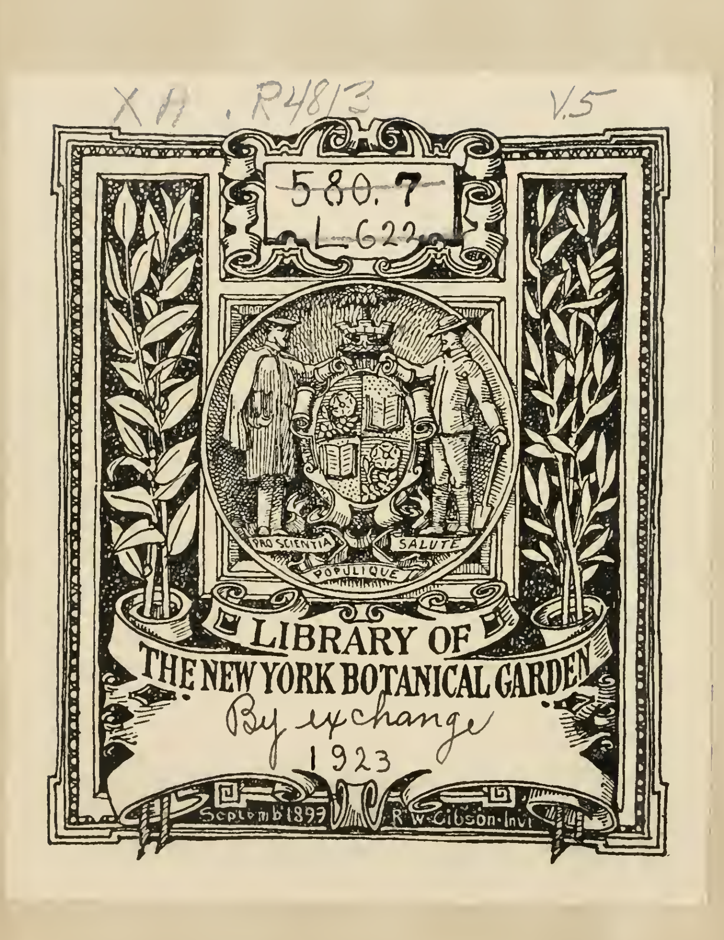

XH .R4813
V.5
580.7
L622
PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
By exchange
1923
Septemb 1899
R.W. Gibson. Inv.

ARCHIVES

DE

L'INSTITUT BOTANIQUE

DE

L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

A. GRAVIS

Professeur à l'Université de Liége
Membre de l'Académie royale des Sciences de Belgique

VOLUME V

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

—

1914

ARCHIVES

DE

L'INSTITUT BOTANIQUE

DE

L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

ARCHIVES

DE

L'INSTITUT BOTANIQUE

DE

L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

PUBLIÉES SOUS LA DIRECTION DE

A. GRAVIS

Professeur à l'Université de Liége
Membre de l'Académie royale des Sciences de Belgique

VOLUME V

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

—

1914

PRÉFACE

Les *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége* ont été fondées pour recevoir les travaux d'anatomie végétale exécutés par les élèves du Doctorat en sciences naturelles. Au début de mon professorat, j'espérais que ces travaux seraient nombreux et continus. Hélas! la loi de 1890-1891, favorisant les études de chimie au détriment des études biologiques, amena la désertion des laboratoires de botanique et de zoologie au Doctorat. C'est ce qui explique que les volumes des *Archives* ont paru à des dates de plus en plus espacées [1].

D'autre part, les laboratoires de la candidature ont été fréquentés, il est vrai, par un nombre considérable d'élèves de première année (futurs médecins et pharmaciens). Ces jeunes gens viennent, une fois ou deux par semaine, s'initier à la microscopie et à l'observation personnelle, mais ils ne peuvent entreprendre des recherches originales destinées à la publication. Presque tous, d'ailleurs, témoignent d'une préparation moyenne insuffisante. Durant les deux années qu'ils passent à la candidature, nos étudiants ont à se corriger des mauvaises

---

(1) Voir ci-après : *L'Enseignement normal des sciences* (discours rectoral prononcé le 22 octobre 1912), p. 9

habitudes intellectuelles qu'ils ont contractées avant d'entrer à l'Université. C'est durant ces deux années aussi que nous avons à opérer, par les examens académiques, une sélection qui aurait dû être réalisée par un examen d'entrée convenablement réglementé.

Dans ces conditions, il m'a paru qu'il importait avant tout de démontrer la nécessité d'une triple réforme :

1° Modification de la loi de 1890-1891 en ce qui concerne les examens de docteur en sciences naturelles, grade préparatoire au professorat de l'enseignement moyen ;

2° Adoption de nouvelles méthodes pour l'enseignement des sciences dans les établissements d'instruction moyenne;

3° Nécessité d'un examen de maturité.

C'est à cette tâche que je consacre, actuellement, une grande partie de mes efforts, parce que je suis convaincu qu'aucun progrès n'est réalisable dans nos universités aussi longtemps qu'il ne sera pas porté remède à la situation présente en ce qui concerne les études préparatoires aux études supérieures.

Ce qui précède expliquera la publication tardive du cinquième volume des *Archives* et aussi son contenu assez différent de celui des volumes précédents. A côté de quelques travaux de science pure, on y trouvera des notices relatives à la méthodologie, à la discussion des programmes, aux réformes à réaliser dans l'enseignement moyen, etc.

Espérons que toutes ces questions, qui, depuis longtemps déjà, sont à l'ordre du jour d'une Commission spéciale nommée pour les étudier, feront bientôt l'objet d'une réforme sérieuse qui est dans les vœux de tous.

A. Gravis.

Liége, le 15 juillet 1914.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE VOLUME V

ASSOCIATION FRANÇAISE
POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES
fusionnée avec
L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE
(Fondée par Le Verrier en 1864)

CONGRÈS DE LILLE — 1909

CONTRIBUTION
A
L'ANATOMIE DES COMMÉLINÉES

PAR

M. A. GRAVIS

Professeur à l'Université (Liège) (Belgique)

58.43.82

— *6 août* —

Depuis les recherches de Falkenberg, de Guillaud et de de Bary, la structure de la tige des Commélinées est généralement considérée comme l'un des types principaux de l'organisation des Monocotylées, mais ce type a été très diversement compris. Dans un travail publié en 1898, je me suis attaché à donner une interprétation nouvelle du parcours des faisceaux dans le *Tradescantia virginica* et dans le *T. fluminensis* (1).

Je crois avoir démontré que ce parcours se rattache intimement à celui qu'on observe dans la plupart des Monocotylées, c'est-à-dire au type Palmiers, mais qu'il en diffère principalement par les points suivants : les faisceaux foliaires en pénétrant dans la tige se partagent nettement en deux groupes : les foliaires internes ne retournant pas à la périphérie s'unissent sympodiquement et forment ainsi des anastomotiques internes ; les foliaires externes revenant à la périphérie s'unissent sympodiquement en anastomotiques externes. Il y a donc des anasto-

(1) A. Gravis. Recherches anatomiques et physiologiques sur le Tradescantia virginica, dans les *Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers*, publiés par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, in-4°, 305 pages, 27 Pl.; 1898.

motiques en dedans et des anastomotiques en dehors d'une trace foliaire étoilée, mais il n'y a pas de faisceaux propres à la tige.

Je m'étais proposé de continuer l'étude des Commélinées en examinant tous les genres et le plus grand nombre des espèces de cette famille, en me plaçant au point de vue systématique. Je n'ai pu jusqu'ici réaliser ce projet. Toutefois, il m'est permis de faire connaître, dès maintenant, quelques-unes des caractéristiques de deux genres intéressants : le genre *Tinantia* et le genre *Dichorisandra.*

Genre TINANTIA. — Le *Tinantia fugax* Schrad. var. *erecta* est une plante annuelle dont la tige principale, dressée verticalement dès la base, atteint facilement un mètre de hauteur ; elle se compose d'une douzaine de segments (1) et porte quelques rameaux. Une inflorescence termine la tige et chacun des rameaux. Les feuilles ont une gaine assez courte et un limbe large ; elles sont alternes. L'angle de divergence, qui est de 160° environ entre la feuille ^{1} et la feuille ^{2}, diminue entre les suivantes et oscille autour de 144° : la disposition phyllotaxique est donc exprimée par la fraction $\frac{2}{5}$ de circonférence.

Plusieurs plantes ont été étudiées : il suffira de faire connaître ici la structure d'une tige adulte de vigueur moyenne, haute de 0^m,81. Nous considérerons d'abord deux segments à titre d'exemples.

I. — Le segment ^{1} est celui qui contient le moins de faisceaux : il y en a 21 au milieu de l'entrenœud ^{1}. La première trace foliaire se compose de 7 faisceaux, savoir :

$$(m\ L\ i\ M\ i\ L\ m)^1.$$

La seconde trace foliaire est réduite à M^2.

Il y a, en outre, 3 anastomotiques internes et 10 anastomotiques externes (Fig. 1).

II. — Le segment ^{9} est celui qui renferme le plus grand nombre de faisceaux : on en compte 102 au milieu de l'entrenœud ^{9}. Quatre traces foliaires sont visibles à ce niveau. Celle qui correspond à la feuille ^{9} est complète et comprend les 17 faisceaux suivants :

$$(m'''\ m''\ m'\ m''\ m\ m'\ L\ i\ M\ i\ L\ m'\ m\ m''\ m'\ m''\ m''')^9.$$

Les trois autres traces foliaires sont incomplètes. Ce sont :

$$(m'\ m\ m'\ L\ i\ M\ i\ L\ m'\ m\ m''\ m'\ m'')^{10}$$
$$(m'\ m\ L\ i\ M\ i\ L\ m\ m')^{11}$$
$$(L\ M\ L)^{12}$$

Les anastomotiques internes sont au nombre de 29 ; les anastomotiques externes de 31 (Fig. 2).

Ce qui précède montre donc que dans le *Tinantia*, comme dans le

(1) Par « segment » il faut entendre un nœud et l'entrenœud qui se trouve au-dessous. Les segments sont toujours numérotés de bas en haut.

Tradescantia, chaque trace comprend des foliaires internes et des foliaires externes alternants ; elle réalise la forme d'une étoile qui est bien régulière dans la région voisine du médian (M), mais qui est plus ou moins irrégulière vers les bords, c'est-à-dire dans la région des derniers marginaux (*m''* et *m'''*). Dans les deux genres aussi, il y a des faisceaux anastomotiques, les uns internes les autres externes.

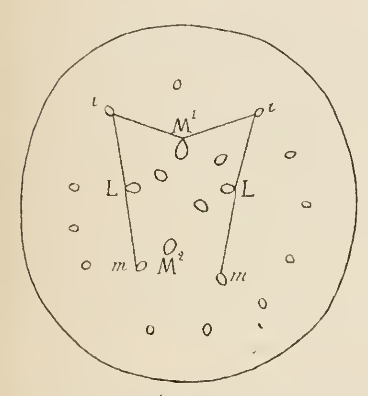


Fig. 1 : $\frac{4}{1}$ *Tinantia fugax.*
Milieu de l'entrenœud 1 adulte.

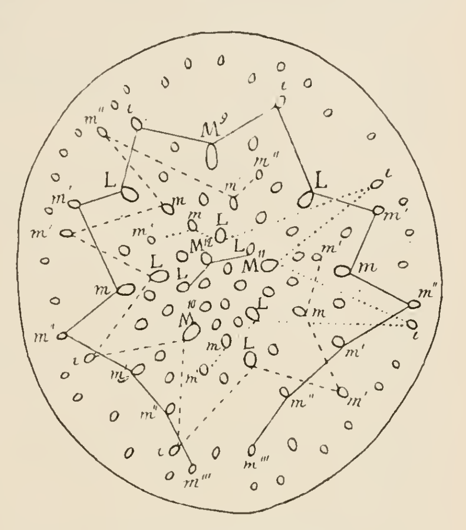


Fig. 2 : $\frac{8}{1}$ *Tinantia fugax.*
Milieu de l'entrenœud 9 adulte.

Les traces foliaires du *Tinantia* sont absolument comparables à celles du *Tradescantia* comme constitution, mais elles sont visibles en plus grand nombre à un même niveau et autrement disposées.

La différence de nombre provient de ce que dans le *Tinantia* les faisceaux foliaires ont un trajet plus long que dans le *Tradescantia*. Dans le premier de ces deux genres, le faisceau médian peut atteindre la longueur de 5 entrenœuds ; le faisceau latéral celle de 4 ; les faisceaux intermédiaires et marginaux celle de 3 entrenœuds. Dans le second genre, la longueur de ces mêmes faisceaux ne dépasse jamais la longueur de 2 entrenœuds,

La différence de disposition résulte de ce que dans le *Tinantia* les feuilles réalisent un arrangement phyllotaxique égal à $\frac{2}{5}$ de circonférence, tandis qu'elles sont distiques chez le *Tradescantia*. Deux traces foliaires seulement existent dans la coupe d'un entrenœud du *Tradescantia*, les médians étant en face l'un de l'autre. Des traces foliaires plus nombreuses sont visibles dans une section de *Tinantia* : elles sont entrecroisées. On remarquera aussi que les faisceaux médians 9, 10, 11 et 12 de la Fig. 2, sont de plus en plus rapprochés du centre de la

tige. Les traces foliaires sont donc emboîtées les unes dans les autres comme chez les Monocotylées en général.

Le tableau inséré ci-dessous renseigne d'une façon complète sur la composition des 12 segments de la tige étudiée dans toute sa longueur. Ce tableau met en évidence l'augmentation du nombre des faisceaux depuis le segment ^{1} jusqu'au segment ^{9} et la diminution graduelle à partir du segment ^{9}. Ces faits confirment également ceux qui ont été observés dans le *Tradescantia*.

Les bourgeons insérés dans l'aisselle des feuilles du *Tinantia* et les rameaux qui en proviennent, envoient dans la tige-mère des faisceaux, dits faisceaux *gemmaires*. Ces derniers ne sont visibles que dans les nœuds parce que, dès leur entrée, ils s'insèrent sur les faisceaux anastomotiques de la tige par le moyen de deux ceintures. La ceinture gemmaire externe passe par tous les anastomotiques externes ; la ceinture gemmaire interne réunit tous les anastomotiques internes en un vaste réseau dont les mailles ne laissent passer que les foliaires. Quelques ponts relient les deux ceintures entre elles. Cette conformation des diaphragmes nodaux est donc identique à celle que j'ai signalée, pour la première fois, dans le *Tradescantia virginica*.

NUMÉROS des segments	FAISCEAUX FOLIAIRES		Faisceaux anastomotiques internes	Faisceaux anastomotiques externes	TOTAL des FAISCEAUX
	DÉSIGNATION	NOMBRE			
12	$(m''\ m'\ m\ m'\ \mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m'\ m\ m''\ m'\ m'')^{12}$	14	24	22	60
11	$(m'''m''m'm''m\ m'\mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m'm\ m''m'm''m''')^{11}$	17	29	28	88
	$(m''\ m'\ m\ m'\ \mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m'\ m\ m''\ m'\ m'')^{12}$	14			
10	$(m'''m''m'm''m\ m'\mathrm{L}\ \mathrm{i}\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m'm\ m''m'm''m''')^{10}$	17	32	27	99
	$(m''\ m'\ m''\ m\ m'\ \mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m'\ m\ m''\ m'\ m'')^{11}$	15			
	$(m'\ m\ \mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m)^{12}$	8			
9	$(m'''m''m'm''m\ m'\ \mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m'm\ m''m'm''m''')^{9}$	17	29	31	102
	$(m'\ m\ m'\ \mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m'\ m\ m''\ m'\ m'')^{10}$	13			
	$(m'\ m\ \mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m\ m')^{11}$	9			
	$(\mathrm{L}\ \mathrm{M}\ \mathrm{L})^{12}$	3			
8	$(m''\ m'\ m\ m'\ \mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m'\ m\ m'\ m'')^{8}$	13	21	32	86
	$(m\ \mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m\ m'\ m'')^{9}$	9			
	$(m\ \mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m)^{10}$	7			
	$(\mathrm{L}\ \mathrm{M}\ \mathrm{L})^{11}$	3			
	M^{12}	1			
7	$(m''\ m'\ m\ m'\ \mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m'\ m\ m'\ m'')^{7}$	13	24	33	81
	$(m\ \mathrm{L}\ i\ \mathrm{M}\ i\ \mathrm{L}\ m)^{8}$	7			
	$(\mathrm{L}\ \mathrm{M}\ \mathrm{L})^{9}$	3			
	M^{10}	1			

NUMÉROS des segments	FAISCEAUX FOLIAIRES — DÉSIGNATION	NOMBRE	Faisceaux anastomotiques internes	Faisceaux anastomotiques externes	TOTAL des FAISCEAUX
6	$(m'' m' m m' \mathrm{L}\, i\, \mathrm{M}\, i\, \mathrm{L}\, m' m m' m'')^6$	13	21	28	72
	$(m\, \mathrm{L}\, i\, \mathrm{M}\, i\, \mathrm{L}\, m)^7$	7			
	$(\mathrm{L\, M\, L})^8$	3			
5	$(m'' m' m m' \mathrm{L}\, i\, \mathrm{M}\, i\, \mathrm{L}\, m' m m' m'')^5$	13	15	25	61
	$(m\, \mathrm{L}\, i\, \mathrm{M}\, i\, \mathrm{L}\, m)^6$	7			
	M^7	1			
4	$(m' m m' \mathrm{L}\, i\, \mathrm{M}\, i\, \mathrm{L}\, m m' m'')^4$	11	10	26	51
	$(\mathrm{L\, M\, L})^5$	3			
	M^6	1			
3	$(m' m\, \mathrm{L}\, i\, \mathrm{M}\, i\, \mathrm{L}\, m m')^3$	9	9	17	36
	M^4	1			
2	$(m' m\, \mathrm{L}\, i\, \mathrm{M}\, i\, \mathrm{L}\, m m')^2$	9	5	14	29
	M^3	1			
1	$(m\, \mathrm{L}\, i\, \mathrm{M}\, i\, \mathrm{L}\, m)^1$	7	3	10	21
	M^2	1			

Histologie. — Sans entrer dans l'énumération de détails histologiques, je signalerai que dans le *Tinantia*, tous les faisceaux contiennent une lacune ligneuse, c'est-à-dire une lacune qui occupe la place du bois. Dans le *Tradescantia*, une semblable lacune ne s'observe que dans les faisceaux foliaires et les anastomatiques internes de la région aérienne seulement des tiges.

Dans les segments inférieurs de la tige du *Tinantia*, la disparition du bois est complète, mais, dans les segments supérieurs, on retrouve une partie des éléments ligneux plus ou moins désagrégés dans la lacune ligneuse.

Les Fig. 3 et 4 représentent diverses portions de deux coupes transversales pratiquées au milieu de l'entrenœud [1] : la première provient d'une toute jeune tige dont le diamètre mesurait à peine 1 millimètre ; la seconde d'une tige adulte dont le diamètre était de 21 millimètres.

La Fig. 3^A montre l'un des faisceaux anastomotiques internes complètement différencié : le bois se compose de trois trachées. Dans la Fig. 3^B, on voit le faisceau M^1 dont les trachées commencent à se dissocier : c'est le début de la formation d'une lacune, qui va, par la suite, s'agrandir considérablement, grâce au recloisonnement des cellules qui la bordent.

Dans la Fig. 4, nous retrouvons le faisceau M^1 au moment où la tige a atteint plus de 20 fois le diamètre qu'elle avait au stade qui vient

d'être décrit (1). Il est à noter que cet accroissement diamétral résulte

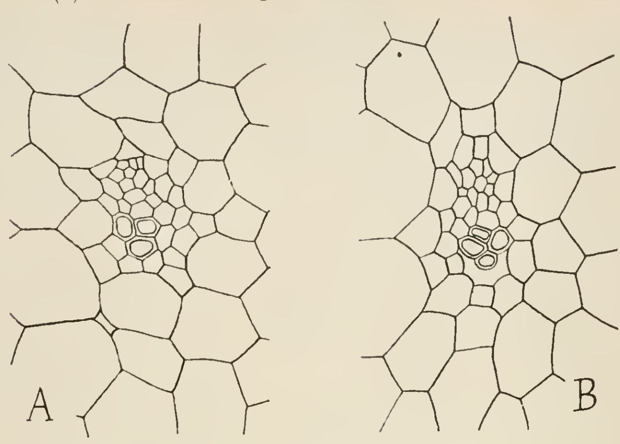


Fig. 3 : $\frac{250}{1}$ *Tinantia fugax.*

Milieu de l'entrenœud 1 d'une toute jeune tige. A L'un des faisceaux anastomotiques internes dont les trachées sont complètement différenciées. B Le faisceau M1 au moment de la formation de la lacune ligneuse.

uniquement de l'augmentation du volume des cellules du parenchyme : aussi ces cellules sont-elles remarquables par leurs dimensions extraordinaires : elles peuvent mesurer jusqu'à 1,3 millimètre de diamètre.

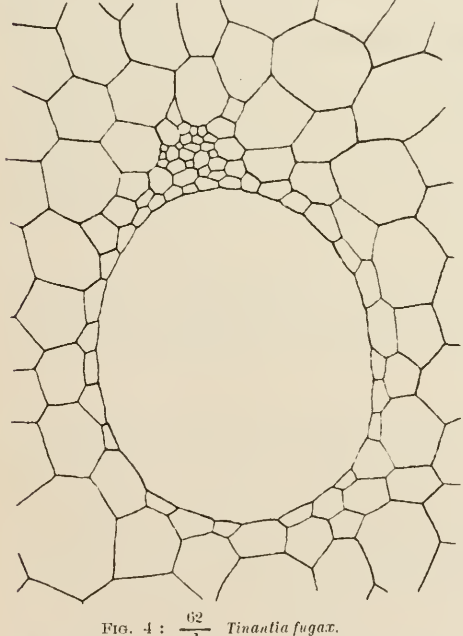


Fig. 4 : $\frac{62}{1}$ *Tinantia fugax.*

Milieu de l'entrenœud 1 d'une tige adulte. La lacune ligneuse s'est beaucoup agrandie, les trachées ont disparu.

Dans le faisceau M¹, représenté dans la Fig. 4, la lacune ligneuse mesure $0^{mm},72$ dans le sens radial et $0^{mm},60$ dans le sens tangentiel. Les éléments ligneux ont complètement disparu, mais le liber est resté intact.

Les lacunes ligneuses du *Tinantia*, comme celles des *Tradescantia*, *Potamogeton*, *Nuphar*, etc., sont très nettement délimitées par une couronne de petites cellules. Elles constituent des tubes pleins d'eau (2) et remplissent le rôle habituel des vaisseaux. En plongeant, avec toutes les précau-

(1) En comparant les Fig. 3 et 4, on tiendra compte de la différence de grossissement.

(2) Au sujet de l'historique de la question et des expériences nouvelles, voir mon mémoire sur le *Tradescantia virginica*, p. 136.

tions nécessaires, l'extrémité inférieure nettement sectionnée d'une tige de Tinantia dans de la gélatine fondue et noircie au moyen d'encre de chine, j'ai pu constater l'ascension de ce mélange dans les lacunes ligneuses. Après refroidissement, des coupes transversales, et mieux encore, des coupes longitudinales montrent, en effet, les lacunes ligneuses bouchées par la gélatine sur une longueur de plusieurs centimètres.

La destruction des trachées et la formation d'une vaste lacune à leur place est, pour la plante, un moyen économique de réaliser un appareil circulatoire présentant tous les avantages de celui qui est constitué par de larges vaisseaux. A ce point de vue, il est intéressant de comparer les faisceaux du *Tinantia* à ceux du Rotang qui, comme on sait, ne renferment qu'un seul vaisseau. Or ce vaisseau, que l'on peut citer parmi les plus larges de ceux qui existent chez les plantes, ne mesure ordinairement que $0^{mm},4$ de diamètre.

J'ai remarqué, après avoir coupé de jeunes *Tinantia* à quelques centimètres au-dessus du sol, que la partie basale de la tige restée en place donnait des « pleurs » abondants pendant tout une semaine : 10 centimètres cubes d'eau ont été fournis en quelques jours par une tige mesurant 8 millimètres seulement de diamètre.

Tout ceci met en valeur une observation faite par le regretté Emile Laurent. Il avait, m'a-t-il dit, rencontré dans les forêts humides du Haut-Congo, des Commélinées en forme de lianes, dont la tige longue de 200 mètres était à peine plus grosse que le doigt. La section de ces tiges donnait de l'eau en abondance. Il avait recueilli des échantillons qui, malheureusement, ont été perdus quelques jours plus tard au passage d'une rivière.

Ce que nous connaissons du *Tradescantia* et du *Tinantia* permet de supposer que dans les lianes de la famille des Commélinées, la circulation de l'eau se fait par des lacunes ligneuses. Ces lianes de consistance herbacée ne peuvent, évidemment, vivre que dans un milieu très humide, comme celui où elles ont été trouvées.

Genre DICHORISANDRA. — Le *Dichorisandra ovata* Mart. est une plante vivace dont les tiges aériennes dressées mesurent de 40 à 60 centimètres de hauteur. Les feuilles sont alternes : leur disposition phyllotaxique est de $\frac{2}{5}$ de circonférence environ.

J'ai étudié un segment de la région inférieure et un segment de la région supérieure d'une tige aérienne adulte. Cette étude permet de reconnaître la trace foliaire principale de chacun de ces deux segments, mais non les traces foliaires accessoires, c'est-à-dire celles qui correspondent aux feuilles insérées au-dessus du segment considéré.

Segment de la région inférieure. — Ce segment portait une feuille réduite à une gaine fermée, c'est-à-dire cylindrique avec bords longuement cohérents (comme dans les Cypéracées).

La coupe pratiquée au milieu de l'entrenœud (Fig. 5) contient 175 faisceaux, la trace foliaire comprenant à elle seule 40 faisceaux.

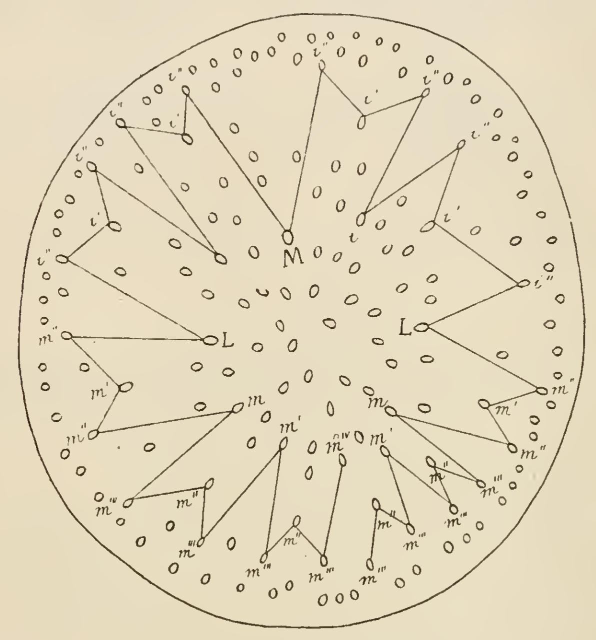


FIG. 5 : $\frac{5}{1}$ *Dichorisandra ovata*

Milieu de l'entrenœud d'un segment adulte de la portion inférieure de la tige.

Ceux-ci sont disposés en une étoile remarquable par ses longues branches subdivisées. Cela provient de ce que les foliaires externes, particulièrement nombreux ici (il y en a 30), ne sont pas disposés en un cercle : les i'' sont plus externes que les i', les m''' plus externes que les m''. La formule de la trace foliaire est la suivante : m'''' m''' m'' m''' m' m''' m'' m''' m m'' m' m'' L i'' i' i'' i i'' i' i'' M i'' i' i'' i i'' i' i'' L m'' m' m'' m m''' m'' m''' m' m''' m'' m'''.

On remarquera l'existence d'un faisceau désigné par m'''', à l'extrémité gauche de la formule : en réalité, ce faisceau occupe, dans la tige, une position diamétralement opposée à celle du faisceau M. Il passe dans la gaine, puis se ramifie en deux branches : l'une des deux longe un bord du limbe rudimentaire, l'autre suit l'autre bord de ce même limbe.

Outre les faisceaux de la trace foliaire principale, la coupe contient certainement les faisceaux de plusieurs traces accessoires incomplètes,

mais ils ne sont pas indiqués dans la Fig. 4 parce que les segments supérieurs n'ont pas été étudiés par des coupes successives. Pour la même raison, il n'est pas possible de dénombrer les anastomotiques internes et les anastomotiques externes. Nous nous contenterons donc de reconnaître la forme si caractéristique de la trace foliaire principale.

Au nœud, il a été constaté que les faisceaux gemmaires forment une ceinture interne et une ceinture externe comme dans le *Tradescantia* et le *Tinantia*, mais les ramifications et les anastomoses sont ici si nombreuses qu'il en résulte un aspect qui rappelle, par sa complexité, le diaphragme d'un nœud chez les Graminées.

Segment de la région supérieure. — Il portait une feuille bien développée qui se composait d'une courte gaine close surmontée d'un limbe très long et très large, retréci à sa base en un très court pétiole. Malgré cela, la structure de ce segment est presque identique à celle du segment que nous venons de décrire. Il suffira de dire ici que la coupe, au milieu de l'entrenœud, a rencontré 205 faisceaux dont 38 appartenant à la trace foliaire principale.

Conclusions. — Dans toutes les Commélinées étudiées jusqu'ici, la trace foliaire a été trouvée étoilée ; les traces successives sont entrecroisées. Cette organisation contraste avec celle qui existe dans d'autres tiges à faisceaux nombreux, tant parmi les Monocotylées que parmi les Dicotylées. Il suffira de rappeler, à titre d'exemples, les traces foliaires circulaires et concentriques du *Chlorophytum elatum* (1) et les traces foliaires, en zigzag et juxtaposées, de *l'Amarantus caudatus* (2).

(1) A. Gravis et P. Donceel. Anatomie comparée du Chlorophytum elatum et du Tradescantia virginica, dans *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liège*, vol. II, 1900.

(2) A. Gravis et A. Constantinesco. Contribution à l'anatomie des Amarantacées, *ibidem*, vol. IV, 1907.

Lille Imp. L. Danel.

Extrait des *Mémoires de la Société d'Anthropologie de Bruxelles*, tome XXIX, II, séance du 24 juin 1910.

M. GRAVIS.

LE FROMENT NÉOLITHIQUE D'OUDOUMONT.

Dans une notice insérée dans les *Annales du XXIe Congrès de la Fédération archéologique et historique de Belgique* (Liége, 1909), tome II, page 871, j'ai montré que les habitants des cabanes néolithiques de la Hesbaye étaient réellement agriculteurs. Cette affirmation résulte de l'examen des morceaux d'argile recueillis par M. Marcel De Puydt lors des fouilles pratiquées par lui, en 1908, à Jeneffe, avec le concours de MM. J. Hamal-Nandrin et Jean Servais. Cette argile durcie par le feu provenait vraisemblablement du voisinage du foyer de la cabane. Elle contenait, en quantité prodigieuse, les glumes et les glumelles d'une céréale, organes qui, sous le nom vulgaire de balle du blé, constituent le résidu du battage des épis. Ces objets se présentaient soit à l'état d'empreintes, soit à l'état carbonisé selon le degré de cuisson de l'argile. L'étude attentive de ces débris prouve qu'ils proviennent d'un froment de la catégorie dite *blés vêtus*, catégorie qu'on désigne parfois sous le terme Épeautre, bien que ce nom soit en réalité celui d'une espèce seulement de ce groupe.

M. Georg F.L. Sarauw, qui le premier reconnut deux empreintes d'une céréale dans des fragments de poterie provenant de « l'agglomération de l'Epinette », a cru pouvoir rapporter cette céréale à l'espèce *Triticum dicoccum*. Cette détermination me paraît exacte, bien que dans le genre *Triticum* les espèces diffèrent très peu les unes des autres et qu'elles contiennent de nombreuses races dont les particularités se répètent dans plusieurs séries.

Outre les balles, je n'ai pu trouver dans l'argile de Jeneffe que de très rares grains de froment carbonisés, mesurant 6 millimètres environ de longueur. La rareté des grains témoigne du soin que les Néolithiques apportaient dans l'opération du vannage : ils n'aimaient pas évidemment à laisser perdre sur le sol une denrée si précieuse pour eux.

MM. De Puydt, Hamal-Nandrin et Jean Servais se sont attachés à trouver des preuves plus directes encore de l'existence d'un froment cultivé à l'époque néolithique. Leurs recherches ont été

couronnées du succès le plus complet, en 1909, dans la fosse XVII de l'agglomération d'Oudoumont, commune de Verlaine [1].

Le froment d'Oudoumont se présente dans des conditions toutes différentes de celui trouvé à Jeneffe. Dans le fond de cabane d'Oudoumont, il s'agit, en effet, d'une argile grise, extrêmement sableuse, qui n'a pas subi l'action du feu : elle se pulvérise très facilement entre les doigts quand elle est sèche, et se désagrège immédiatement dans l'eau.

Elle contient, à certains endroits, une quantité énorme de grains sans aucune balle ni impureté d'aucune sorte. Vraisemblablement, comme le pense M. De Puydt, un pot contenant du blé préparé pour la mouture a été brisé et le contenu répandu sur le sol s'est mêlé à la terre. Il est facile de recueillir et de compter les grains contenus dans un volume déterminé d'argile sableuse : j'ai trouvé ainsi trois ou quatre grains par centimètre cube.

Ces grains sont assez solides : ils se brisent transversalement ou longitudinalement lorsqu'on les pince entre les doigts, mais ne tombent pas en poussière aussi facilement que ceux de Jeneffe. Leur couleur est noire à l'état humide ; à l'état sec, ils paraissent gris à cause de la poussière qui les recouvre. Leur longueur moyenne est de 6 millimètres environ.

Déposés dans une solution aqueuse de potasse caustique à 10 %, ils colorent le liquide en brun, comme le fait le lignite. Quelques heures suffisent pour obtenir une coloration brune très foncée. Les grains de Jeneffe ne donnent pas cette coloration, pas plus que le charbon de bois d'ailleurs. L'existence de composés ulmiques solubles dans la potasse, la couleur de l'argile et sa consistance très friable me font admettre que le froment d'Oudoumont n'a pas été carbonisé par le feu, mais qu'il a subi une très lente altération analogue à celle que le bois éprouve au cours des siècles, lorsqu'il se transforme en lignite.

On pourrait peut-être penser que les grains de froment d'Oudoumont proviennent du terrier d'un hamster ou d'un autre animal granivore. L'état du gisement, la pureté absolue des grains, leurs caractères physiques et chimiques doivent faire écarter cette hypothèse.

---

[1] *Fonds de cabanes de la Hesbaye. — Jeneffe, Dommartin, Oudoumont. — Compte rendu de fouilles.* Mémoire présenté à la Société d'anthropologie de Bruxelles, le 27 juin 1910.

L'état de conservation des grains d'Oudoumont rappelle entièrement celui des grains qui ont été trouvés empâtés dans la brèche de la grotte d'Engis ([1]).

En résumé, à Jeneffe nous avions le résidu du vannage d'une céréale; à Verlaine nous avons une provision de grains nettoyés par la main de l'homme; nous pouvons espérer la découverte, en un autre endroit, d'épis complets qui permettraient une détermination exacte de l'espèce de froment cultivé par les primitifs habitants de la Hesbaye.

([1]) Plusieurs échantillons de cette brèche sont déposés à Liège, dans les collections du Musée Curtius, section préhistorique, meuble nº 7.

Hayez, impr. — Bruxelles.

Sur quelques genres rares ou critiques de Renonculacées

par H. LONAY.

Chargé de cours à l'Université de Liége.

Parmi les Renonculacées, il est quelques genres monotypes ou du moins à espèces peu nombreuses qu'il est difficile d'obtenir en culture, soit parce que les graines offertes sous leurs noms par les jardins botaniques sont erronées ou de mauvaise qualité, soit parce que ces graines ne figurent pas dans les listes d'échanges. Il s'ensuit que souvent les descriptions de ces plantes que l'on trouve dans les flores ou même dans les ouvrages plus spéciaux sont le résultat de compilations ou d'observations faites sur des échantillons d'herbier plus ou moins complets ou fidèlement conservés. Rien d'étonnant, dès lors, que ces descriptions soient entachées d'erreur ou, ce qui est bien plus fréquent, qu'elles donnent lieu à des controverses interminables au grand dam de ceux qui veulent étudier les plantes à d'autres points de vue que celui de la systématique pure.

Aussi lorsque l'occasion se présente d'obtenir, par un hasard heureux, une de ces plantes vivantes, il convient, et c'est une pratique généralement admise, d'en faire une analyse aussi sévère que possible, afin d'asseoir

les convictions acquises sur des bases solides.

C'est ce que je me suis efforcé de faire à l'occasion des recherches auxquelles je me suis livré naguère sur les péricarpes et les spermodermes des Renonculacées [1].

Pour les besoins de ce travail, j'ai mis en culture, entre autres, les especès rares suivantes : *Trautvetteria palmata* Fisch. et Mey, *Callianthemum rutæfolium* C. A. Mey ; *C. Kernerianum* Freyn., *Coptis trifolia* Salisb., *C. brachypetala* S. et Z. et *Xanthorrhiza apiifolia* L'Hérit.

Le **Trautvetteria palmata** est parmi les Renonculacées, une des espèces dont la place a été le plus discutée. Mise d'abord au nombre des *Cimicifuga* (Michaux) [2], elle fut incorporée, en même temps que toutes les espèces de ce genre, dans le genre *Actaea,* par de Candolle [3]. Fischer et Meyer [4] lui reconnurent des caractères tels qu'ils en firent un genre à part qu'ils maintinrent toutefois au voisinage des *Actaea* tout en lui trouvant une certaine analogie avec les Renonculées. Prantl [5] enfin lui assigna une place plus rationnelle, immédiatement après le genre *Oxygraphis,* en se demandant s'il ne conviendrait pas plutôt de l'y incorporer.

---

(1) Hyac. Lonay. Structure anatomique du Péricarpe et du Spermoderme chez les Renonculacées. Recherches complémentaires (*Mém. de la Sté roy. des Sc. de Liége*, 3e s. t. VII, 1907 et *Arch. de l'Inst, bot. de l'Univ. de Liége.* vol. IV. 1907).

(2) Michaux. Flora borealis americana. Paris, 1803 t. I. p 316 et *Bot. Magaz.* pl. 16 30.

(3) A. P. De candolle. Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis, t. I. p. 61.

(4) Fischer et Meyer. Animadversiones botanicae (*Ann. des sc nat. bot.* 2e sér. t. IV p. 333) et *Linnaea* t. X.

(5) Engler und Prantl. Die nat. Pflanzenfamilien, III. Teil, 2 Abt. p. 61.

Si l'on analyse les caractères morphologiques extérieurs du *T. palmata*, on constate qu'il s'agit d'une plante dressée, haute d'au moins soixante à quatre vingts centimètres, à fleurs régulières, blanches, disposées en corymbes, à quatre ou cinq sépales pétaloides, sans corolle, à étamines nombreuses et longues, à carpelles nombreux, monospermes. Par ces caractères qui frappent le plus la vue, le *Trautvetteria* a bien plus l'aspect d'un *Thalictrum* que d'un *Cimicifuga*. Mais de plus l'ovule est dressé au fond de la cavité ovarienne et le raphé est dorsal, ce qui du coup rapproche le *Trautvetteria* des Renonculées et, en outre, le fruit est un pollakène ou plutôt une réunion de follicules monospermes, ce qui est aussi le cas chez les *Oxygraphis*.

Les espèces de ce dernier genre sont, la plupart, des plantes humbles, à fleurs solitaires, peu fournies en étamines d'ailleurs courtes, et il semble que ce sont ces différences qu'offrent le port des plantes, la disposition de leurs fleurs et de leurs étamines qui ont empêché Prantl de se décider à réunir *Oxygraphis* et *Trautvetteria* en un même genre.

Cela paraît étrange ; car, sans sortir de la famille des Renonculacées, ne rencontre-t-on pas des différences au moins aussi grandes entre des espèces d'autres genres tels que *Anemone* et surtout *Ranunculus ?* Prantl n'a pas hésité à faire rentrer dans ce dernier les *Ficaria*, ce qui a été admis par le plus grand nombre des botanistes. Il a été d'autant plus facile de faire accepter cette manière de voir que les *Ranunculus* constituent un genre polymorphe à espèces nombreuses. Mais que l'on s'imagine le genre *Ranunculus* représenté uniquement par le *R. platanifolius* avec, à côté de lui, le *Ficaria* ; il y aura bien

moins de raisons pour les grouper ensemble dans le genre *Ranunculus* que de confondre en un seul genre les *Oxygraphis* et le genre monotype *Trautvetteria*.

Aussi, me basant, en outre, sur l'identité des caractères fournis par les organes séminaux, péricarpes et spermodermes, et par la nature du fruit, identité que j'ai mise en lumière dans le travail que j'ai cité plus haut [1], je propose franchement la réunion en un seul genre, des genres *Trautvetteria* et *Oxygraphis*, en maintenant ce dernier qui pourrait comporter deux sections.

Ainsi constitué, le genre *Oxygraphis* présenterait les caractères suivants : Herbes sous frutescentes à fleurs hermaphrodites, à étamines plus ou moins longues et nombreuses, carpelles nombreux, lisses, uniovulés, à ovule dressé ascendant et à raphé dorsal ; le fruit est une réunion de follicules monospermes dont le péricarpe, parcouru par des faisceaux longitudinaux, ne présente qu'une assise de cellules sclérifiées à l'épiderme interne; graine lisse à spermoderme uniquement formé par le seul tégument dont l'épiderme interne ne présente pas d'épaississements frangés

Section I. **Callianthemum.** Feuilles le plus souvent entières, crénelées ; fleurs solitaires à 5 sépales verts, parfois persistants, à 5-12 pétales nectarifères aussi grands ou plus grands que les sépales. 9 espèces au moins.

Section II. *Trautvetteria* (Fisch. et Mey comme genre). Feuilles palmatilobées; fleurs en corymbe, à 3-5 mais plus souvent 4 sépales blancs, caducs, sans pétales. 1 espèce: *O. palmata* (Fisch. et Mey.)

Le genre *Callianthemum* a eu également à subir des vicissitudes bien diverses. Méconnu jusqu'en 1830, il

(1) Hyac Lonay. *Loc cit.*

avait été jusqu'alors confondu avec les *Ranunculus*. En effet, Linné (1) avait nommé une de ses espèces *R. rutaefolius* qui fut admise telle quelle par divers auteurs dont De Candolle (2). C'est en 1830 que C.-A. Meyer (3) en fit un genre à part sous le nom de *Callianthemum rutaefolium*. On connaît actuellement trois ou quatre espèces de *Callianthemum*. Bentham et Hooker (4) placent ce genre parmi les Anémonées, immédiatement après le genre *Adonis* et la diagnose qu'ils donnent est identique pour les deux genres, sauf en ce qui concerne les feuilles : chez *l'Adonis* elles sont alternes, pennatipartites, multifides à segments étroits, tandis que chez le *Callianthemum*, elles sont radicales, décomposées et il y en a peu ou pas qui soient caulinaires. Baillon (5) reconnaît aussi une ressemblance extérieure absolue entre les fleurs de *Callianthemum* et d'*Adonis*, même calice herbacé, quinconcial, même corolle double à pétales membraneux, variables en nombre et sujets au dédoublement; mais tandis qu'il fait entrer les *Adonis* dans le genre *Anemone*, il admet l'existence du genre *Callianthemum*, non pas tant parce que dans ce dernier, les pétales sont pourvus d'une fossette nectarifère qui fait défaut chez les *Adonis*, que parce que les carpelles du *Callianthemum* renferment *primitivement deux ovules apparaissant côte à côte* et dont un seul arriverait à son entier développement et apparaîtrait *à côté de l'ovule avorté*, suspendu, avec le raphé intérieur (ventral) et le micropyle dirigé en haut et en dehors.

---

(1) LINNÉ *Species plantarum*, p. 777.
(2) A. P. DE CANDOLLE, *loc. cit.* p. 30.
(3) C. A. MEYER, in LEDEBOURG *Flora altaïca*, II. p. 336.
(4) BENTHAM et HOOKER, *Genera Plantarum*, 1862, t. I, p. 5.
(5) H. BAILLON, *Histoire des Plantes*, t. I. p. 50.

Au cours de mes recherches (1), j'ai vainement tenté de mettre en évidence les faits qu'expriment les mots soulignés plus haut en suivant attentivement l'organogénie des carpelles du *Callianthemum kernerianum*. Je n'ai retrouvé aucune trace de l'existence d'un second ovule principal, trace qui eût dû être aperçue à coup sûr en appliquant, comme je l'ai fait dans l'étude de l'akène presque mûr du *C. rutaefolium*, la méthode des coupes successives.

J'ai bien trouvé des ovules rudimentaires dans les carpelles de *Callianthemum*, mais ils sont insérés non à côté, mais *au dessus* de l'ovule principal, tout comme il en est chez les *Adonis* et les *Clematis*.

Il ne reste donc guère que l'orientation de l'ovule dans l'ovaire pour différencier positivement les *Callianthemum* des *Adonis* et il semblerait, par conséquent, que tous les auteurs eussent dû suivre ceux qui viennent d'être nommés pour reconnaître une affinité plus ou moins grande entre ces deux genres. Mais il n'en est rien. Prantl devait faire subir aux *Callianthemum* une transposition qui, chose étrange, n'a pas soulevé la moindre objection. En effet, ce botaniste a rejeté ce genre parmi les Helleborées, entre les *Trollius* et les *Helleborus* (2) parce que l'unique ovule du carpelle y est inséré sur le côté de la suture ventrale. Il attache donc une bien grande importance à ce caractère unique ; car il ne semble pas que Prantl, non plus, soit parvenu à vérifier l'observation de Baillon, relative à l'existence d'un ovule plus ou moins rudimentaire *à côté* du principal ; sinon il l'eût signalé

(1) Hyac. Lonay *loc. cit.*, p. 16.

(2) Engler und Prantl *loc. cit.*, p. 56.

à son tour, puisqu'il a noté la présence d'ovules rudimentaires chez les Anémonées [1] et il l'eût fait valoir en faveur de sa manière de classer les *Callianthemum* parmi les Helleborées, car l'argument eût été plus probant encore que celui dont il fait état. Certes, on sait que chez une foule de plantes, les akènes constituant leurs fruits peuvent être considérés comme des fruits polyspermes ayant subi une régression dans leur développement. On en a des exemples, non seulement chez les Renonculacées, mais encore chez les Crucifères, chez les Papilionacées, etc., à fruits monospermes.

Cela n'empèche que j'estime que Prantl a commis une grave erreur ; car de même que je l'ai fait voir [2] dans les genres *Ranunculus*, *Clematis*, *Thalictrum* et *Adonis*, c'est en dessous du niveau où la suture ventrale se manifeste qu'est inséré l'ovule des *Callianthemum*. Dans tous ces genres, chacun des ovaires se compose d'une partie basilaire en forme de cupule, résultant de l'invagination du mamelon carpellaire primordial, partie qui, chez le *Callianthemum*, atteint au moins les trois-quarts de la hauteur totale du fruit mûr et d'une partie terminale provenant de l'accrescence, pourrait-on dire, de la région dorsale en une sorte de limbe qui s'est replié par le milieu jusqu'à ce que ses bords libres soient venus en contact et se soient soudés pour former une suture ventrale ; au bas de celle-ci, il subsiste cependant un

(1) Engler und Prantl. *loc. cit.*, p. 54.

(2) Hyacinthe Lonay, Contribution à l'anatomie des Renonculacées. Structure des péricarpes et des spermodermes. (*Mémoires de la soc. roy. des sciences de Liège* 3e sér. t. III [1900] et *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége* vol. III) *passim*.

orifice auquel j'ai appliqué le terme *acropyle*. Eh bien ! chez tous les genres qui viennent d'être cités, y compris les *Callianthemum*, l'ovule est suspendu en dessous de l'acropyle; il est attaché sur le bord ventral interne de l'espèce de cupule indiquée plus haut, bord qui s'étend dans le sens horizontal. Il n'y a pas à contester qu'il soit inséré plus ou moins en dehors du plan dorso-ventral du carpelle ; mais il ne l'est certainement pas sur l'un des bords longitudinaux de la suture ventrale, comme l'admet Prantl.

Il n'y a donc aucune raison plausible pour éloigner le genre *Callianthemum* des *Adonis*. Au contraire, et cela d'autant plus que l'anatomie comparée à tous les âges des fruits et des graines de ces deux genres (1) révèle de part et d'autre des caractères tellement identiques qu'à ne les considérer qu'eux seuls, on serait naturellement porté à en considérer les espèces comme affines et appartenant à un même genre. La place des *Callianthemum* se trouve donc bien à côté du genre *Adonis*, dans ce que j'ai appelé la tribu des Thalictrées.

Le genre **Xanthorriza** Marsh. 1785, dont le nom fut d'abord orthographié *Zanthorhiza* L'Hérit. 1784, puis plus tard *Xanthorhiza* Gmel. 1791, *Zanthorriza* Mönch. 1802, *Xantorhiza* Link. 1821, *Xanthorthiza* Dumort. 1829, *Zanthoriza* Poir 1829, *Xantorrhiza* Dietr. 1839 et *Zantorrhiza* Brongn. 1843, eut aussi le don d'intriguer les botanistes descripteurs. Batsch, en 1802, en fait une Térébinthinacée ; mais en 1824, De Candolle le range parmi les Renonculacées-Poeoniacées ; en 1828, Reichenbach lui assigne d'abord une place parmi les Hellébo-

(1) Hyacinthe Lonay, Contribution, p. 84.

rées, tandis qu'en 1837, il change d'avis en le mettant au nombre des Actaeées ; dans l'entretemps, en 1833, Bernhardi en avait fait une Anémonée. Spach, en 1839, le considère comme une Helléborée anomale. Depuis lors, on est assez généralement d'accord pour admettre que le *Xanthorrhiza* doit faire partie de la tribu des Helléborées. Ce genre ne renferme qu'une espèce, le *X. apiifolia* L'Hérit. petit sous-arbrisseau se rencontrant à l'état naturel dans les endroits humides de l'Amérique du Nord.

Des individus de *Xanthorrhiza apiifolia*, mis en culture au Jardin botanique de Liége depuis 1897, y ont fleuri tous les ans depuis 1900 et m'ont fourni l'occasion de quelques observations intéressantes. La première floraison eut lieu vers le 25 mai 1900, mais ces fleurs ne donnèrent pas de fruits. Les années suivantes, la floraison fut plus hâtive et, en 1904 notamment, elle eut lieu vers la fin d'avril. Cette floraison, ainsi que celle de 1903, donna lieu à des fruits assez nombreux, bien que la proportion en fut minime par rapport au grand nombre des fleurs.

Celles-ci apparaissent sur ces plantes avant les feuilles. Elles sont disposees en grappes composées très fournies et, dans cet état, ces arbustules offrent quelque ressemblance avec l'*Actaea spicata* L. Mais, comme le dit Baillon (1), l'organisation florale se rapproche plutôt de celle des *Aquilegia* : cinq sépales lancéolés, pétaloïdes, moins caducs que ceux des *Actaea* ; cinq pétales petits, charnus dont le limbe cordiforme présente en son milieu une concavité nectarifère assez prononcée ; ce

(1) H. Baillon, *loc. cit.*, p. 6.

limbe est supporté par un onglet qui comporte plus de la moitié de l'ensemble de la longueur du pétale ; cinq étamines qui sont plus ou moins introrses ; dans quelques rares exceptions, j'ai observé six et sept étamines. Jamais je n'en ai pu reconnaître davantage. Le gynécée est formé de carpelles libres dont le nombre n'a jamais été inférieur à six dans tous les boutons de fleurs que j'ai disséqués, mais pouvant aller jusqu'à dix et même onze.

Je ne veux pas inférer de ce qui précède que Baillon a tort de dire que les étamines sont souvent au nombre de dix et disposées sur deux verticilles alternant l'un avec l'autre et avec les verticilles du double périanthe et que le gynécée se compose souvent de cinq carpelles libres superposés aux pétales ce qui toutefois peut paraître inconciliable avec la disposition qu'il attribue aux étamines. Baillon a d'ailleurs soin d'ajouter en note (1) qu'il peut y avoir jusqu'à dix carpelles sur deux verticilles et même douze ou treize. Il se peut très bien que les plantes sur lesquelles ont porté mes observations aient constitué une race où les caractères se sont fixés sous la forme où je les ai décrits ; mais cela nous permet de dénoncer ce qu'il y a de trop absolu dans la diagnose que Prantl (2) donne du genre *Xanthorrhiza*.

Chacun des carpelles comprend un ovaire uniloculaire surmonté d'un prolongement styliforme. Aux deux côtés de la suture ventrale et à mi-hauteur de la cavité ovarienne, sont insérés, suivant Baillon, « un petit nombre d'ovules anatropes disposés sur deux séries verticales et

---

(1) *Loc cit.*, p 7.

(2) Engler und Prantl, *loc cit.*, p. 58.

se tournant le dos » ; mais dans tous les cas que j'ai pu examiner, ces ovules n'étaient jamais à plus d'une paire.

Dans la fleur épanouie, encore garnie de toutes ses pièces, les ovules sont toujours à l'état de mamelons non différenciés et les prolongements styliformes sont recourbés en avant. Après avoir émis leur pollen, les étamines ne tardent pas de tomber et sont le plus souvent accompagnées dans leur chute par un certain nombre de carpelles, de manière que, dans la plupart des cas, il n'en reste plus que deux à quatre. Alors les styles de ceux-ci se redressent, peuvent recevoir le pollen et, dans l'entretemps, les ovules se sont organisés.

Cette protérandrie très marquée explique la très longue durée de la floraison chez le *Xanthorrhiza*. Quand la fécondation s'est accomplie, la croîssance de la région ventrale de l'ovaire située en-dessous de l'insertion des ovules l'emporte de beaucoup en intensité sur celle des autres parties de la paroi. Il en résulte que les ovules sont finalement suspendus tout au-dessus, au plafond pourrait-on dire, de la cavité ovarienne, tandis que ce qui reste du prolongement styliforme occupe à peu près le centre de la face dorsale du fruit. Celui-ci est une follicule ne contenant presque jamais qu'une seule graine, l'autre ovule ayant avorté, bien que l'espace ne fasse pas défaut à l'intérieur du fruit. Il est possible que ce dernier fait ne se présente que dans nos cultures européennes et qu'il soit dû à une pollinisation insuffisante. On peut admettre, en effet, que les insectes européens qui se chargent de cette fonction y soient moins habiles que leurs congénères américains qui sont sans doute mieux adaptés à la plante. Je suis plutôt porté à croire que, chez nous, l'intervention d'insectes est nulle, car je n'en

ai jamais rencontrés sur les fleurs du *Xanthorrhiza*, et que c'est le hasard ou le vent qui parvient à réaliser la fécondation. C'est ce qui rendrait compte du nombre excessivement faible de fruits que j'ai pu récolter sur une touffe de plantes chargées d'un nombre incalculable de fleurs.

Ce qui vient confirmer pleinement les vues de Baillon sur les affinités du genre *Xanthorrhiza* avec le genre *Aquilegia*, ce sont les caractères tirés de l'examen de la structure anatomique des péricarpes et des spermodermes. Ces caractères ont été mis en lumière dans le travail que j'ai déjà cité (1) et auquel je me bornerai de renvoyer le lecteur.

Le **Coptis** est un des genres dont j'ai obtenu le plus difficilement des représentants vivants bien que plusieurs catalogues de jardins botaniques étrangers renseignassent parmi les graines offertes celles du *C. aspleniifolia* Salisb. Régulièrement les semences reçues sous ce nom étaient... des akènes de *Thalictrum !* En fin de compte, nous avons pu mettre en culture les *C. trifolia* et *C. brachypetala* ; mais je n'ai encore pu récolter de fruits mûrs que sur le premier.

Le genre *Coptis* ne fut créé par Salisbury qu'en 1807, Linné l'ayant confondu avec les *Helleborus*. Depuis lors, on l'a toujours respecté en le maintenant près de ce dernier genre. Signalons cependant la tentative, restée stérile, de Baillon (2) de le réincorporer parmi les *Helleborus* et aussi l'opinion assez récente de Franchet (3) qui

(1) Hyac. Lonay. Structure anatomique du Péricarpe, etc , p 21.

(2) H. Baillon, *loc cit* , p. 18.

(3) Franchet, Isopyrum et Coptis, leur distribution géographique (*Journal de Botanique*, 1897).

serait assez porté à réunir en un seul genre les *Isopyrum* et les *Coptis*.

Ces deux genres sont formés de petites plantes herbacées, rhizomateuses, à fleurs solitaires ou en grappes. Celles-ci ont cinq ou six sépales, des pétales réduits à de petits cornets nectarifères. Mais les étamines et surtout les carpelles varient en nombre et en forme d'un genre à l'autre et contribuent à donner à ces fleurs un aspect tout différent. Ainsi, les *Coptis* n'ont qu'un petit nombre de carpelles, trois ou cinq, comme les *Helleborus* et les *Aquilegia* ; de plus ces carpelles sont stipités ; tandis que les *Isopyrum* en ont un nombre bien plus grand, en général. Cependant, adversaire en principe de la « pulvérisation » des espèces et surtout des genres, je suis loin de m'attacher à des caractères de faible importance pour m'opposer à la réunion de genres très voisins. Mais, pas plus que Baillon qui cependant a fait disparaître pas mal de genres bien établis et qui a maintenu les *Isopyrum* comme genre distinct des *Helleborus*, je ne puis partager la manière de voir de Franchet et ce, en me basant principalement sur l'anatomie comparée des péricarpes et des spermodermes.

Dans un premier mémoire (1), j'ai, en me plaçant à ce dernier point de vue, divisé la famille des Renoncuiacées en six tribus dont trois pour les espèces à fruits polyspermes. L'une de ces dernières que j'ai nommée Helléborées présente, comme caractère primordial, le fait d'avoir des graines lisses ; une autre, celle des Delphiniées a des graines rugueuses. C'est à cette dernière que se rapportent les *Isopyrum* qui sous d'autres rapports encore se rapprochent des *Delphinium*. Mais les

(1) Hyacinthe Lonay, Contribution, p 123.

Coptis diffèrent beaucoup des *Isopyrum*, notamment par leurs graines lisses et par différents autres caractères fournis par le spermoderme et par le péricarpe. Ces caractères en font nettement des Helléborées et l'épiderme externe de leur primine est très semblable à celui de l'*Aquilegia*, tandis que par leur péricarpe et les autres parties du spermoderme, les *Coptis* manifestent une analogie très marquée avec les *Caltha*.

Il y a donc lieu de maintenir séparément les genres *Coptis* et *Isopyrum*.

En résumé, il convient d'insister sur le concours précieux que peut apporter à la botanique systématique l'étude anatomique des organes séminaux à tous les âges ; il importe, en effet, de suivre l'évolution des tissus à tous les stades de leur développement pour éviter de les confondre entre eux. Grâce à cette étude, bien des doutes pourront être levés et c'est ce qui m'a permis de porter un jugement sur les vues de botanistes descripteurs éminents quant aux affinités qu'ils découvrent entre certains genres et certaines espèces.

C'est ainsi que j'ai pu proposer de réunir aux *Oxygraphis* le *Trautvetteria palmata* Fisch. et Mey. sous le nom d'*Oxygraphis palmata*, rapprocher les *Callianthemum* des *Adonis*, le *Xanthorrhiza* des *Aquilegia* et ne pas souscrire à la réunion en un seul des genres *Coptis* et *Isopyrum*.

Avril 1908.

RECHERCHES ANATOMIQUES SUR LE CORYDALIS SOLIDA Sm.

par M[lle] Emma Fritsché, régente.

Introduction.

Au cours des études que j'ai faites au laboratoire de l'Institut botanique de l'Université de Liége, mon attention s'est arrêtée sur les caractères anatomiques très spéciaux que présentent les tubercules du *Corydalis solida*. J'ai fait sur ce sujet des recherches que je me suis efforcée de rendre aussi complètes que possible, en suivant les diverses phases du développement tesdissus au cours d'une année. Ce travail fait l'objet de la présente note.

J'ai été guidée, dans le cours de mes recherches par M. le Professeur Gravis, dont les conseils m'ont été indispensables et auquel je me fais un agréable devoir d'exprimer toute ma reconnaissance.

CARACTÈRES EXTÉRIEURS.

Le *Corydalis solida* est une plante herbacée vivace : chaque année la partie aérienne meurt ; la partie souterraine est un tubercule qui persiste et donne naissance, l'année suivante, à des tiges aériennes florifères et à des racines.

La tige aérienne porte à sa base quatre feuilles pérulaires qui entourent et protègent le bourgeon avant son épanouissement. Elles sont réduites à de simples écailles disposées dans un ordre distique et très rapprochées les unes des autres : les premiers entrenœuds sont en effet

très courts (fig. 1). La feuille 5 est en forme de crochet ; les autres feuilles sont ordinairement composées de trois folioles bi-ou trilobées.

La floraison a lieu ordinairement au mois d'avril. Les fruits se forment en mai. Aussitôt après la dissémination des graines, toute la partie aérienne de la plante meurt, dès la fin du mois de mai.

Le tubercule mesure environ 1 1/2 centimètre de diamètre, sur 1 centimètre de hauteur. Au mois de mars, il porte encore à son sommet des débris de la tige morte, et à sa base, des racines mortes de l'année précédente. Il contient à l'intérieur un autre tubercule de même hauteur, d'un diamètre d'environ 1/2 centimètre. Celui-ci est surmonté d'une tige aérienne en voie de développement, à sa base sont insérées des racines grêles, nombreuses et bien vivantes (fig. 1).

Il y a donc deux tubercules emboités l'un dans l'autre et entourés de pellicules sèches qui s'enlèvent facilement, au nombre de deux ou trois ; ces pellicules sont les restes des tubercules plus anciens encore.

On comprend donc qu'un tubercule récolté au printemps de l'année 1909 est en réalité composé de quatre tubercules emboîtés les uns dans les autres ; 1° un *tubercule intérieur* en voie de parachèvement, nous l'appellerons tubercule de 1909 parce qu'il a fleuri au mois d'avril de cette année ; 2° un *tubercule extérieur* très épais encore, mais de consistance plus molle, ce qui indique qu'il est en voie de résorption, c'est le tubercule de 1908 (il a fleuri en avril 1908) ; 3° une *pellicule sèche* représentant le tubercule de 1907 ; 4° une autre provenant du tubercule de 1906. (fig. 3).

Dès le mois d'avril, au moment de la floraison, le

tubercule de 1909 grossit et atteint tout son développement ; à partir de ce moment, le tubercule de 1908 s'amincit de plus en plus et se transforme en une pellicule brune.

A la fin du mois d'août, on voit au sommet du tubercule de 1909 qui est un peu invaginé, une proéminence conique de 1 mm. environ : c'est le bourgeon qui se développera et donnera la tige florifère de 1910.

Ce bourgeon grandit déjà avant l'hiver, en utilisant une partie des réserves ; en octobre il atteint 1 centim. de long et on remarque les quatre feuilles pérulaires recouvrant la tige. Il passe ainsi l'hiver pour se développer au tout premier printemps.

Il y a des plantes qui ont deux tiges aériennes (fig. 2): celles-là ont deux tubercules en 1909 à l'intérieur d'un tubercule de 1908. Les restes de la tige de l'année 1908 se retrouvent entre les deux tiges aériennes vivantes au mois d'avril 1909. Chacun de ces tubercules se comportera comme les tubercules simples; le tubercule de 1908, en se résorbant, mettra en liberté deux nouveaux tubercules. C'est un procédé de propagation végétative (fig. 4).

STRUCTURE.

Nous ferons connaître la structure du tubercule adulte, puis les divers stades de la formation d'un nouveau tubercule, et enfin la résorption du tubercule ancien.

§ I. — Tubercule adulte.

Le tubercule est adulte au mois d'avril, au moment de la floraison. Pour en décrire plus facilement la structure, nous considérerons cinq niveaux principaux.

Premier niveau : milieu du tubercule (indiqué 1 dans la fig. 1). La coupe transversale d'ensemble représentée par la fig. 3 montre clairement la position du tubercule intérieur (1909), du tubercule extérieur (1908), et des deux pellicules sèches qui représentent les débris des tubercules plus anciens (1907 et 1906). Nous nous occuperons successivement de ces trois parties.

A. Tubercule intérieur (1909) : On y distingue deux régions bien apparentes : l'une centrale, le bois (B); l'autre périphérique, le liber (L); elles sont séparées par une zone continue de Cambium (Cb). Nous allons décrire chacune de ces régions :

Bois. Il n'y a pas de bois primaire, mais seulement du bois secondaire. Les trachées, en effet, font complètement défaut (1). Les vaisseaux sont éparpillés dans un parenchyme secondaire (fig. 14, 15) ; ils sont groupés en deux massifs situés en face l'un de l'autre; ils font défaut au centre de l'organe. Cette disposition décelle l'existence d'un plan de symétrie qui passe entre les deux groupes de vaisseaux (2).

Les cellules vasculaires sont en forme de tonneau (fig. 7, 8) ; leurs parois minces ont des épaississements en forme de spirale ou d'anneaux. Les vaisseaux situés le plus près du centre du tubercule sont un peu plus étroits que les autres (fig. 8).

Les cellules du parenchyme ligneux ont à peu près le même diamètre en tous sens : elles sont isodiamétriques;

---

(1) On sait que les trachées déterminent la position d'un pôle ligneux : elles proviennent de la première différentiation de certaines cellules d'un massif de procambium qui devient ainsi un faisceau. Elles en constituent le bois primaire.

(2) Nous verrons plus loin que le tubercule nouveau, celui de 1910, prendra naissance dans ce plan de symétrie.

elles ont de minces parois et renferment de l'amidon. Elles sont disposées assez régulièrement en séries rayonnantes (fig. 14, 15). La région centrale de ce parenchyme, qui ne contient pas de vaisseaux, est remarquable par la disposition de ses cellules qui forment des séries parallèles perpendiculaires au plan de symétrie (fig. 15); cette disposition n'est pas celle d'un tissu fondamental primaire (moelle); nous verrons plus loin ce que ce tissu représente.

Liber. Les cellules grillagées sont éparpillées dans le parenchyme libérien qui est continu tout autour du bois (fig. 3, 14); elles n'ont subi aucun allongement (fig. 6), elles sont accompagnées de deux ou trois cellules annexes (fig. 5). Les cellules du parenchyme libérien sont prismatiques, allongées dans le sens radial : elles sont donc plus larges que longues. Elles contiennent de l'amidon. Leurs parois sont minces comme celles du parenchyme ligneux.

Le *Cambium* forme une zone continue entre le bois et le liber (fig. 3). Les cellules sont actuellement en voie de recloisonnement, ce qui indique que le cambium fonctionne à cette époque (fig. 14, 15).

B. Tubercule extérieur (1908). Comme le tubercule intérieur, le tubercule extérieur comprend deux régions: l'une ligneuse, l'autre libérienne, séparées par un cambium. A vrai dire le bois ne se remarque pas tout de suite, parce qu'il est plus ou moins écrasé et en train de se résorber. Il a été refoulé par le tubercule intérieur. Les vaisseaux sont remplis d'une substance noire. On voit cependant encore nettement qu'ils étaient disposés en deux groupes placés symétriquement par rapport à un plan ; ce plan est perpendiculaire au plan du tubercule intérieur (fig. 3).

Quant au Liber, il se compose d'un parenchyme libérien bien reconnaissable (fig. 3). Dans ce tissu, l'amidon est en train de disparaître : une coupe placée dans l'iode montre la coloration bleu foncé dans les cellules situées contre les cellules grillagées. On peut ainsi mieux distinguer la localisation de ces cellules grillagées dans le parenchyme libérien.

Le Cambium est encore visible. Les cellules sont grandes, elles ne se recloisonnent plus, la zone cambiale est éteinte. De plus, elle est interrompue par le tubercule intérieur qui s'y est intercalé (fig. 3).

C. Pellicules sèches. Elles représentent, avons-nous dit, des tubercules anciens complètement mortifiés. Il y en a deux dans le tubercule examiné, mais d'autres peuvent en avoir trois ou quatre. Leurs tissus, vides et distendus, laissent à peine reconnaître en coupe transversale des cellules écrasées à membranes minces ; elles sont vides, leurs parois sont subérisées ; elles forment une enveloppe protectrice. On y retrouve des cellules vasculaires du côté interne, c'est-à-dire contre le tubercule de 1908 ; elles sont repoussées du côté opposé au bois de ce tubercule.

Deuxième niveau : vers le haut du tubercule (2 dans la fig. 1).

La figure 9 montre une coupe transversale pratiquée à ce niveau. La région centrale est occupée par la tige qui surmonte le tubercule intérieur ; on y reconnaît en effet de véritables faisceaux avec trachées, vaisseaux, cambium et liber. Certains faisceaux sont plus gros que leurs voisins ; ce sont les faisceaux anastomotiques, tandis que les plus petits sont les foliaires. Il y a deux traces foliaires qui proviennent des écailles 1 et 2. Un

bourgeon de remplacement existe déjà dans l'aisselle de la troisième écaille. Le tubercule extérieur est complètement mortifié et ses tissus ne sont plus reconnaissables

Troisième niveau : au dessus du tubercule (fig. 10) (3 dans la fig. 1). Cette coupe rencontre les écailles pérulaires et la tige aérienne. Celle-ci contient quatre faisceaux ; le médian de la feuille 5 est marqué M.

Les quatre feuilles pérulaires sont disposées dans un ordre distique; leur faisceau M est toujours compris dans le plan de symétrie du tubercule. Il y a un bourgeon situé dans l'aisselle de la quatrième feuille pérulaire.

Le tubercule étudié portait donc deux bourgeons (fig. 9 et 10); le plus souvent l'un des deux avorte.

Quatrième niveau : vers la base du tubercule (4 dans la fig. 1). A ce niveau (fig. 11), la structure du tubercule intérieur est celle d'une racine à cinq pôles. On voit (fig. 17) les trachées polaires à la périphérie du faisceau, les autres trachées plus larges développées en direction centripète. Des pôles libériens (L) alternent avec les pôles ligneux.

A côté de cette racine se trouve une autre racine à cinq pôles, qui appartient au tubercule extérieur (1908). On y voit la même structure, un peu moins nette cependant par suite de la mortification des tissus.

Cinquième niveau : sous le tubercule (5 dans la fig. 1) (fig. 12). La coupe a rencontré une racine à cinq pôles, qui est le prolongement de la racine de 1909 observée au niveau précédent, ainsi que de nombreuses radicelles bipolaires : les unes partent de la racine pivotante, les autres sont de plus en plus éloignées de cette racine ; cette disposition résulte de ce que les radicelles sont in-

sérées à divers étages sur la racine pivotante. La fig. 17 montre la racine dans tous ses détails.

La racine et les radicelles de 1908 ne se retrouvent plus.

Le schéma d'une coupe longitudinale d'ensemble (fig. 13) résume toute la structure des tubercules que nous venons de décrire. Elle a été faite perpendiculairement au plan de symétrie du tubercule de 1909 : elle rencontre par conséquent le bois et le cambium du tubercule extérieur de 1908. Le bois est figuré en noir, le liber en pointillé, le cambium en traits interrompus.

On voit au sommet, le tubercule intérieur se continuer en une tige aérienne ; deux écailles pérulaires sont en avant et ne sont par conséquent pas figurées, deux sont en arrière ; à la base, le même tubercule se prolonge en une racine pivotante donnant insertion à de nombreuses radicelles.

Le tubercule extérieur contient les mêmes tissus que l'intérieur ; on y reconnaît en outre, au sommet, la tige morte de l'an dernier et à la base les racines mortes.

Les deux pellicules sèches ne sont pas figurées.

§ II. — Formation d'un nouveau Tubercule.

Il y a lieu de considérer 4 stades successifs.

Stade 1: mois de juin. A cette époque, si l'on fait une coupe transversale au milieu du tubercule, on voit que la zone cambiale est éteinte : les cellules considérablement agrandies et inactives ne se recloisonnent plus. Une région, cependant, de la zone cambiale est restée active : c'est la portion située sous l'un des deux bourgeons.

En cet endroit l'activité se localise principalement dans la partie située contre le parenchyme libérien ;

là, les cellules se recloisonnent tangentiellement. Il en résulte un arc de nouveau cambium, concave vers l'intérieur. Cet arc de nouveau cambium est né de l'ancien puisqu'il provient du recloisonnement des cellules de ce dernier. De plus, il est situé vers la périphérie de la zone cambiale éteinte, de sorte que cette zone n'est pas interrompue (fig. 16 et 18). Le rayon passant par le milieu de l'arc de nouveau cambium coïncide sensiblement avec le plan de symétrie. Le premier des quatre schémas de la fig. 19 montre en pointillé le cambium nouveau au sein de l'ancien.

On remarque en outre que dans le parenchyme libérien, les cellules situées dans le voisinage de cet arc ne contiennent plus d'amidon.

Stade II : mois de juillet. L'arc de nouveau cambium s'élargit et se recourbe vers l'intérieur du tubercule, c'est-à-dire vers le bois (fig. 19 b et c). Les portions latérales nouvelles sont encore formées par le recloisonnement de certaines cellules de l'ancien cambium, mais ces recloissonnements se font maintenant dans une direction oblique, puis dans une direction radiale (fig. 21). L'arc est à vrai dire formé par une suite de tangentes à une même courbe, ces tangentes étant les cloisons nouvelles des cellules. Les portions latérales pénètrent ainsi dans l'ancienne zone cambiale vers l'intérieur.

Stade III : fin du mois d'août. Il y a lieu de considérer 3 niveaux :

Premier niveau : milieu du tubercule. Les deux extrémités de l'arc cambial sont reliées l'une à l'autre par une nouvelle portion de cambium qui a la forme d'un arc, mais cet arc est situé en sens inverse du premier (fig. 19 d). Il résulte de recloisonnements tangentiels des

cellules de l'ancienne zone cambiale, mais cette fois dans la portion située contre le bois, c'est à dire vers la partie interne de la zone cambiale éteinte (fig. 22).

La zone cambiale nouvelle est donc maintenant continue; sa forme est celle d'une ellipse déprimée dont le grand axe est perpendiculaire au plan de symétrie de l'ancien tubercule. Elle est intercalée dans la zone cambiale ancienne et emprisonne quelques séries de cellules de l'ancien cambium : on les reconnait facilement dans la fig. 22. Ce sont ces cellules de l'ancien cambium qui se reconnaissent à leur disposition particulière en séries parallèles et qui occupent, avons nous dit, la place d'une moelle dans le tubercule adulte (fig. 3,15, etc.) On comprend maintenant que le nouveau tubercule, pas plus que le précédent, ne contiendra pas de moelle véritable. Le tissu qui tient sa place est un reste de l'ancien tubercule ; il est un an plus vieux et c'est autour de lui que se concentre l'activité du nouveau cambium, tandis que le reste est mort.

Si nous considérons l'ellipse de nouveau cambium, nous pouvons remarquer que la partie formée en premier lieu (celle qui est située contre le liber du vieux tubercule) a déjà produit quelques vaisseaux à l'intérieur et quelques cellules grillagées à l'extérieur (fig. 22). Nous remarquons en outre que le grand axe de l'ellipse est le plan de symétrie du nouveau tubercule et qu'il est perpendiculaire au plan de symétrie du tubercule précédent.

Deuxième niveau : vers le haut du tubercule. A ce niveau, la structure est celle d'une jeune tige : la coupe a rencontré la base de la tige florifère du mois de mars 1910. Les 4 faisceaux de la tige sont déjà différenciés : 3 anastomotiques et le médian de la feuille 5. Les écailles

perulaires sont au nombre de quatre, leurs médians (M) sont ici aussi dans le plan de symétrie.

Troisième niveau : vers le bas du tubercule. A ce niveau il y a, à côté de la racine de l'ancien tubercule, et correspondant à l'arc de nouveau cambium, un massif de procambium qui se différenciera en un faisceau multipolaire de la racine de 1910.

Nous voyons donc que dès la fin d'août 1909, le nouveau tubercule, celui qui fleurira en 1910, est édifié ; il possède une nouvelle zone cambiale en activité ; à son sommet il y a une jeune tige et à sa base une jeune racine. Il attend ainsi le printemps pour développer sa tige florifère, emmagasiner des réserves pour l'année suivante et former un nouveau tubercule intérieur.

On se rend donc bien compte que la plante n'est jamais à l'état de repos : lorsque la partie aérienne est détruite, les changements et développements se font sous terre, entre le bois et le liber du tubercule qui vient de fructifier.

Il est à remarquer aussi que la différenciation des tissus commence à partir du sommet et se continue de proche en proche vers la base : en effet, le bourgeon apparaît d'abord, puis la zone cambiale nouvelle se manifeste au-dessous de lui et de là progresse de haut en bas.

§ III. — Résorption du Tubercule ancien.

La zone cambiale s'éteint dès le mois d'août : Les cellules génératrices ne se cloisonnant plus, deviennent très grandes et ne forment plus ni bois ni liber. Vers le mois de juin, les vaisseaux du bois se remplissent d'une sub-

stance noirâtre. C'est la conséquence de la destruction de la tige aérienne d'une part, de la racine d'autre part. Cette destruction amène l'ouverture des vaisseaux et leur communication avec l'extérieur. Dès lors de l'air y pénètre, ainsi que des matières étrangères. Des myceliums de champignons peuvent s'y développer et hâter encore la destruction des tissus. C'est ce qui arrive fatalement pour le *Corydalis solida*. D'autres plantes dicotylées, et monocotylées, en particulier le *Tradescantia virginica*, ont la propriété de cicatriser leurs blessures : les cellules du parenchyme font hernie dans la cavité des vaisseaux et des lacunes aquifères ; elles y prolifèrent au point de constituer une sorte de bouchon. Cela s'appelle « Thylles ». Dès lors toute communication avec l'extérieur est interrompue et la pourriture n'atteint pas les tissus ainsi protégés [1].

La partie ligneuse du *Corydalis solida* se détruit donc peu après la disparition de la tige aérienne. Les tissus du liber, au contraire, persistent longtemps après la formation du nouveau tubercule. L'amidon qu'il contient se résorbe peu à peu et de proche en proche ; à ce point de vue il y a lieu de considérer trois stades différents :

Premier stade : du mois de juin au mois de mars suivant. Ce sont d'abord les cellules avoisinant le nouvel arc cambial qui se vident, puis les cellules de plus en plus éloignées, et au mois de mars il ne reste plus d'amidon que dans les cellules situées contre les cellules grillagées. Cette localisation de l'amidon indique que le

---

(1) A. Gravis, *Recherches anatomiques et physiologiques sur le Tradescantia virginica*, Mémoires in-4° de l'Académie royale des Sciences, etc. d Belgique, tome LVII, 1898, p. 100 et Pl. XIII, fig. 154-155.

transport s'est effectué par le moyen de ces cellules [1]. C'est à cette époque que se développe la tige aérienne florifère; les produits de la digestion de l'amidon passent de l'ancien tubercule dans les organes aériens (tiges, feuilles, fleurs,) par le liber du nouveau tubercule.

D uxième stade : mois de mars-avril. Le reste des matières de réserve du tubercule extérieur continue à passer dans la tige aérienne pour la formation des fruits.

En même temps, le tubercule intérieur se remplit ; l'amidon qui se dépose ainsi provient de l'élaboration chlorophyllienne des feuilles aériennes. Le deuxième stade comprend donc deux circulations simultanées et inverses : transport du tubercule extérieur vers la tige aérienne ; transport des feuilles vers le tubercule intérieur.

Troisième stade : avril et mai. Le tubercule intérieur cependant n'a pas atteint ses dimensions définitives lorsque tout l'amidon du tubercule extérieur a disparu ; il continue à grossir en accumulant de l'amidon. Le troisième stade comprend donc une circulation simple de la tige vers le tubercule intérieur.

Pour fixer la durée de vie de chaque tubercule, il faut considérer séparément le bois et le liber. Le bois n'est en activité que pendant un an, le liber pendant plus de deux années : celui-ci pendant sa première période d'activité accumule des réserves; pendant la deuxième, il les utilise pour l'édification des organes aériens.

Tubercules doubles. Lorsque deux bourgeons se déve-

---

(1) Au point de vue anatomique, on sait en effet que les cellules grillagées ne forment pas des séries parallèles séparées, mais un réseau dont les mailles sont remplies de tissu parenchymateux. Il est naturel de concevoir que le réseau conducteur libérien du nouveau tubercule est en continuité avec le réseau de l'ancien.

loppent au sommet d'un tubercule, un arc de cambium nouveau se forme sous chacun d'eux. La coupe pratiquée vers le milieu du tubercule montre donc deux arcs générateurs à peu près diamétralement opposés. Ils se forment de la même manière que dans le cas où il n'en existe qu'un. Les plans de symétrie des deux ellipses de cambium nouveau sont parallèles entre eux et perpendiculaires au plan de symétrie de l'ancien tubercule. Par la suite, il y aura deux tubercules jumeaux situés sur l'ancienne zone cambiale et diamétralement opposés. Leurs tissus se développent en écrasant le bois du tubercule précédent : on en retrouve les éléments emprisonnés entre les deux tubercules nouveaux (fig. 4).

Résumé et Conclusions.

Le tubercule de *Corydalis solida* n'est ni une tige, ni une racine : c'est une masse de tissus libéroligneux secondaires parenchymateux. Cette masse possède un axe vertical, mais elle ne s'allonge pas ; par contre elle s'épaissit notablemenl et devient napiforme.

Le tubercule est surmonté par un bourgeon protégé par quatre feuilles pérulaires ; ce bourgeon donne naissance, au premier printemps, à une tige aérienne garnie de feuilles et terminée par une inflorescence. Une racine se forme dans le prolongement inférieur du tubercule, s'allonge en un pivot garni de radicelles. Né vers le mois de juin, le tubercule s'accroît un peu, fleurit au mois d'avril suivant, puis se remplit d'amidon élaboré dans les feuilles. Cette réserve alimentera la pousse et la floraison suivantes. Le tubercule se résorbera ensuite et sera écrasé par le développement d'un autre tubercule ; il se réduira à l'état d'une pellicule protectrice.

Le tubercule de remplacement se forme à l'intérieur du tubercule précédent, entre le bois et le liber. Une portion de la zone cambiale située sous le bourgeon, reste active, pendant que le reste s'éteint. Il se forme tout d'abord un arc de cambium nouveau, cet arc est situé contre le liber, il a sa partie concave vers l'intérieur c'est-à-dire vers le bois ; il s'étend, se recourbe vers l'intérieur et enfin ses deux bouts sont reliés par un arc tourné en sens inverse du premier et contre le bois.

Le nouveau cambium provient donc du recloisonnement de quelques cellules de l'ancien. La nouvelle zone génératrice fonctionne immédiatement en formant du bois en dedans de l'ellipse et du liber en dehors.

Chaque tubercule possède un plan de symétrie. Ce plan est toujours perpendiculaire au plan du tubercule qui le précède. L'axe de chaque tubercule nouveau est un peu à droite ou à gauche du tubercule qui précède : il y a donc un léger déplacement des tubercules successifs.

La série des trois tubercules emboités l'un dans l'autre peut être représentée par le schéma 20. Cette figure montre les tubercules dans leur position à peu près naturelle.

Cet arrangement provient de la disposition distique des feuilles pérulaires ; les bourgeons nés dans l'aisselle de ces feuilles sont toujours situés dans le plan de symétrie du tubercule qui les porte ; ils sont diamétralement opposés.

Des tubercules jumeaux se forment lorsque les deux bourgeons se développent. Ils sont diamétralement opposées et chacun d'eux se comporte comme les tubercules

simples. Les deux plans de symétrie sont parallèles entre eux.

Le tubercule du *Corydalis solida* adulte n'étant réellement ni une tige, ni une racine, on peut se demander quelle est son origine première. Pour répondre à cette question, il faut évidemment recourir à l'observation du développement à partir de la germination de la graine. Cette étude a été faite, par plusieurs auteurs. D'après Velenovský (1), Bischoff a fait des observations sur ce sujet dès 1832 et a signalé notamment les faits suivants: il n'y a qu'un seul cotylédon qui sort de terre; pendant la première année, la partie qui se trouve en terre et qui est située à la limite du pétiole cotylédonaire et de la racine, forme un tubercule. C'est donc l'hypocotyle qui se tubérise. En même temps, au-dessus de ce tubercule et à la base du pétiole cotylédonaire, se forme un bourgeon de remplacement. La plantule a produit des racines sur le pétiole cotylédonaire.

Le développement ultérieur de la plante a été étudié par Irmisch : La formation d'un nouveau tubercule se fait par le moyen d'une zone cambiale qui se forme dans l'ancienne zone et sous le bourgeon de remplacement. L'auteur n'explique pas suffisamment l'apparition et le fonctionnement de cette zone génératrice. Il ne paraît pas d'ailleurs avoir fait des préparations microscopiques. Ses observations sont surtout d'ordre organographique : il a vu le nouveau tubercule se former à l'intérieur du précédent, grandir et prendre la place du tubercule qui lui a donné naissance. Celui-ci est réduit à une mince

---

(1) Dr Jos. Velenovský. *Vergleichende Morphologie des Pflanzen*, Prag. Fr. Rivnac, 1907 II Teil p. 300.

pellicule. Irmisch a vu aussi la racine du nouveau tubercule percer l'ancien et fonctionner comme une racine principale. Il a constaté enfin l'apparition d'un bourgeon sous lequel se formera un nouveau tuberbule. Le cycle est donc fermé.

Des observations parallèles ont été faites sur le *Coridalis cava*. D'après Velenovsky, cette plante germe comme la précédente; le tubercule se forme aussi dans la région de l'hypocotyle. Mais dans la suite, il se comporte différemment : il grossit chaque année par le moyen d'une zone cambiale; il est donc persistant. La partie centrale se creuse et la cavité peut même communiquer avec l'extérieur par une déchirure qui se produit dans les tissus ligneux et libériens.

Le *Corydalis solida* et le *C. cava* sont deux espèces affines, qu'il est difficile de distinguer par les osganes aériens (feuilles, fleurs, fruits), mais dont les organes souterrains offrent une différence très notable. Dans la première espèce, le tubercule est plein, il a tous les ans la même forme et la même grosseur parce qu'il se renouvelle chaque année. Une racine pivotante portant des radicelles se forme chaque printemps à la base du tubercule nouveau. Dans la seconde, au contraire, le tubercule devient de plus en plus gros : il est persistant et creux ; sa forme est souvent très irrégulière. Des racines se forment sur toute la surface de ce tubercule.

Planches.

Dans toutes les figures, les chiffres 1906, 1907, 1908 et 1909 indiquent les années de floraison.

Le bois est représenté par les vaisseaux ou en noir.

Le liber est indiqué en pointillé, la zone cambiale par des hachures ou par une ligne en trait interrompu.

Abréviations employées dans les figures.

B_1 Bois primaire.
B_2 Bois secondaire.
Cb Cambium.
L_1 Liber primaire.
L_2 Liber secondaire.
M Faisceau médian.

Explication de la Planche I.

Fig. 1. Coupe longitudinale d'un tubercule au mois d'avril (voir p. 17). Les pellicules sèches ne sont pas figurées.

Fig. 2. Coupe longitudinale d'un tubercule double (voir p. 19).

Fig. 3. Coupe transversale au milieu du tubercule passant par le niveau 1 de la fig. 1. (voir pp. 20 et 22).

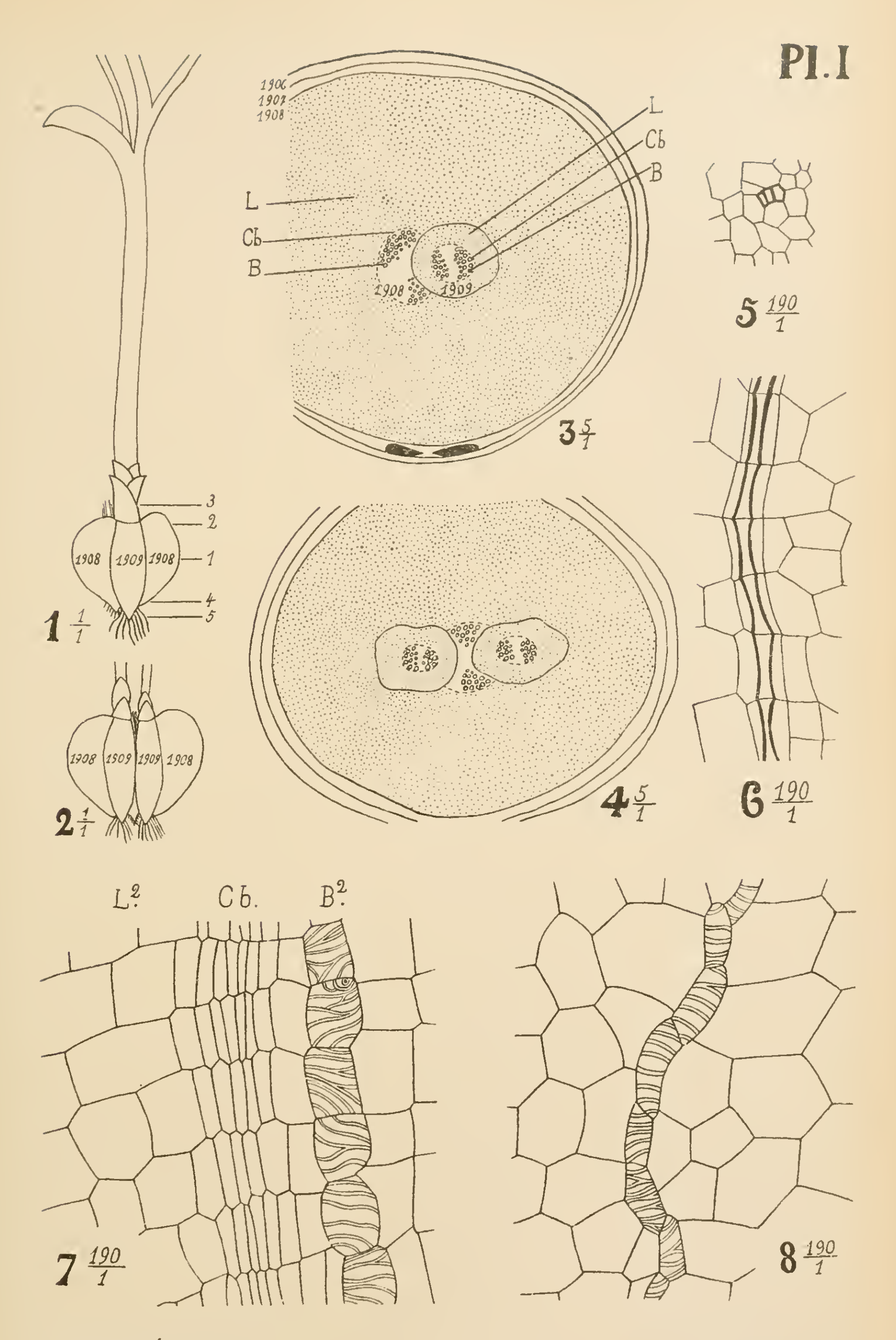
Fig. 4. Coupe transversale au milieu d'un tubercule double (voir pp. 19 et 30).

Fig. 5. Coupe transversale passant par des cellules grillagées (voir p. 21).

Eig. 6. Coupe longitudinale passant par des cellules grillagées.

Fig. 7. Coupe longitudinale radiale passant par le cambium et un vaisseau de la périphérie (voir p. 20).

Fig. 8. Coupe longitudinale tangentielle passant par un vaisseau situé vers le centre.

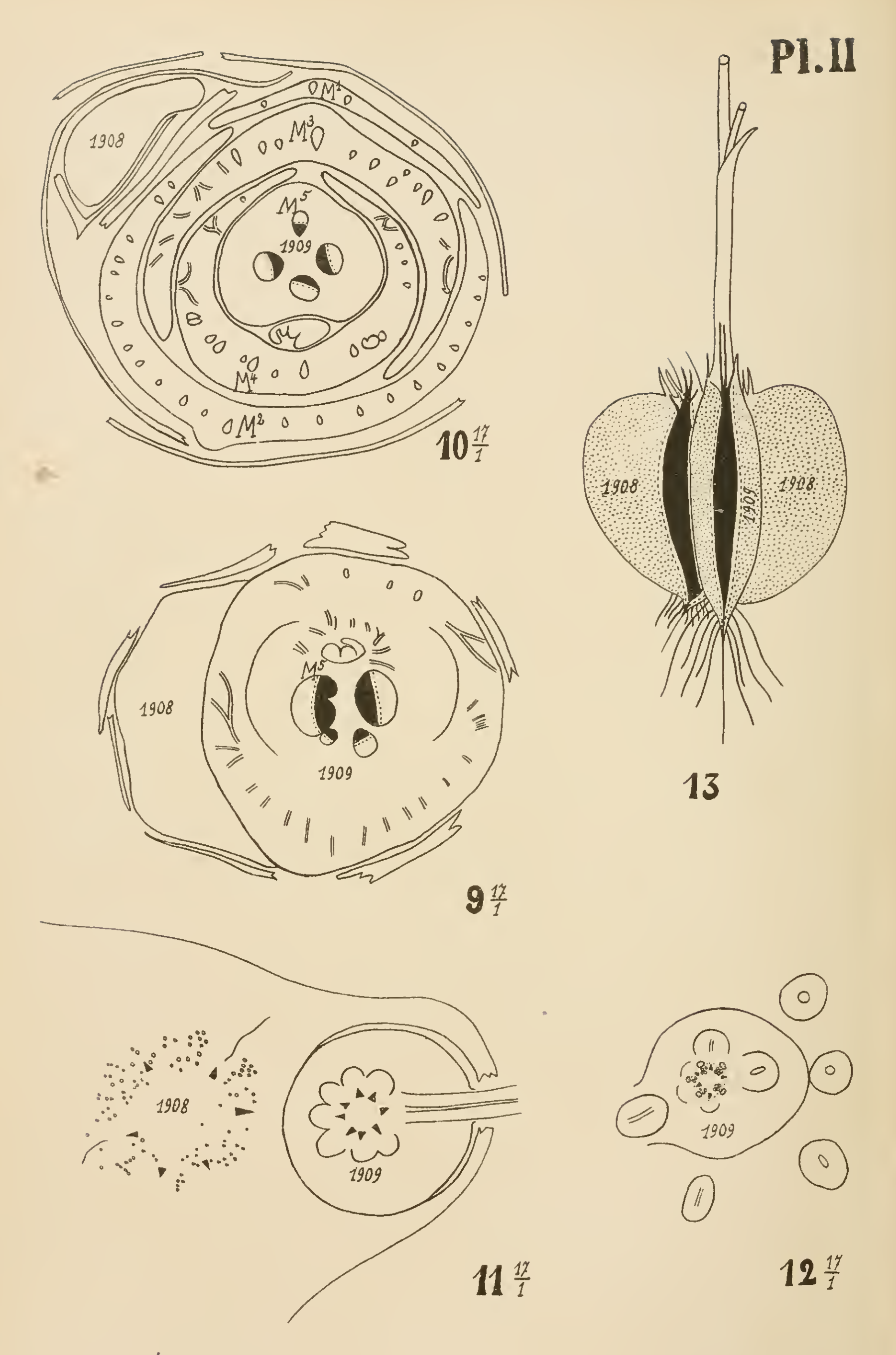


E. FRITSCHÉ ad nat. del.

Lith. J.L. GOFFART, Bruxelles.

CORYDALLIS SOLIDA Sm.

Tubercule.



E. FRITSCHÉ ad nat. del.

Lith. J.L. GOFFART, Bruxelles.

CORYDALLIS SOLIDA Sm.

Tubercule.

Explication de la Planche II.

Fig. 9. Coupe transversale passant par le niveau 2 de la fig. 1.

Fig. 10. Coupe transversale passant par le niveau 3 de la fig. 1.

Fig. 11. Coupe transversale passant par le niveau 4 de la fig. 1.

Fig. 12. Coupe transversale passant par le niveau 5 de la fig. 1.

Les Coupes représentées par les fig. 9, 10, 11, et 12 sont expliquées pp. 22, 23 et 24.

Fig. 13. Coupe longitudinale passant par l'axe d'un tubercule et perpendiculaire au plan de symétrie du tubercule de 1909, (voir p. 24).

Explication de la Planche III.

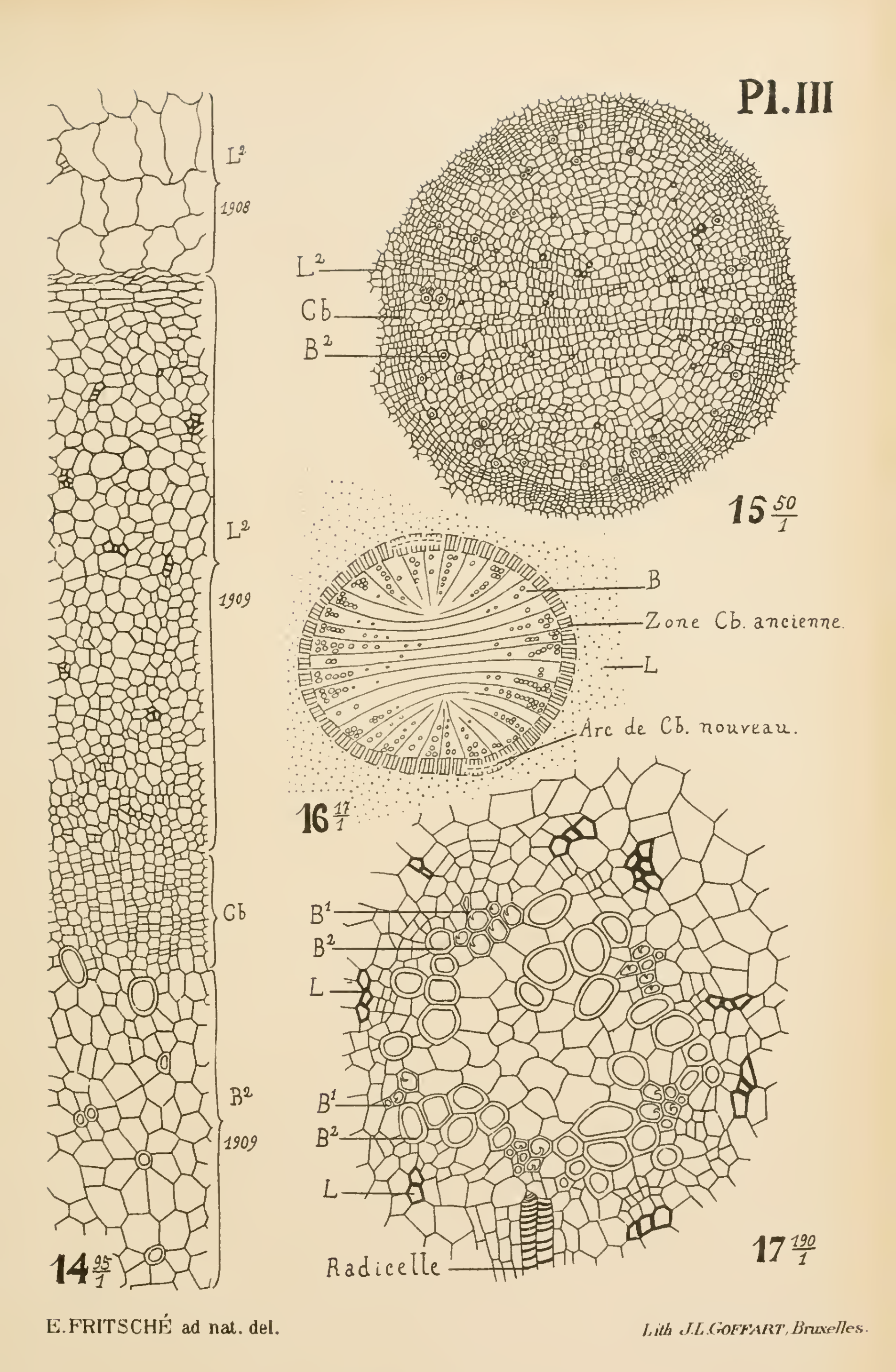
Les fig. 14 et 15 représentent des portions de coupes transversales pratiquées dans le milieu d'un tubercule au mois d'avril (niveau 1 dans la fig. 1).

Fig. 14. Portion de coupe montrant le cambium et le liber de 1909 avec une partie du bois de 1909 et une partie du liber de 1908. (Voir p.p. 20, 21).

Fig. 15. Portion représentant toute la partie ligneuse de 1909 entourée de la zone cambiale et d'un peu de liber. (Voir p. 21).

Fig. 16. Schéma d'une coupe transversale pratiquée dans le milieu d'un tubercule au mois de juin (voir p. 25) et montrant la position de deux arcs de nouveau cambium au sein de l'ancienne zone cambiale.

Fig. 17. Coupe transversale de la racine pivotante. (niveau 5 de la fig. 1) (voir p. 23)



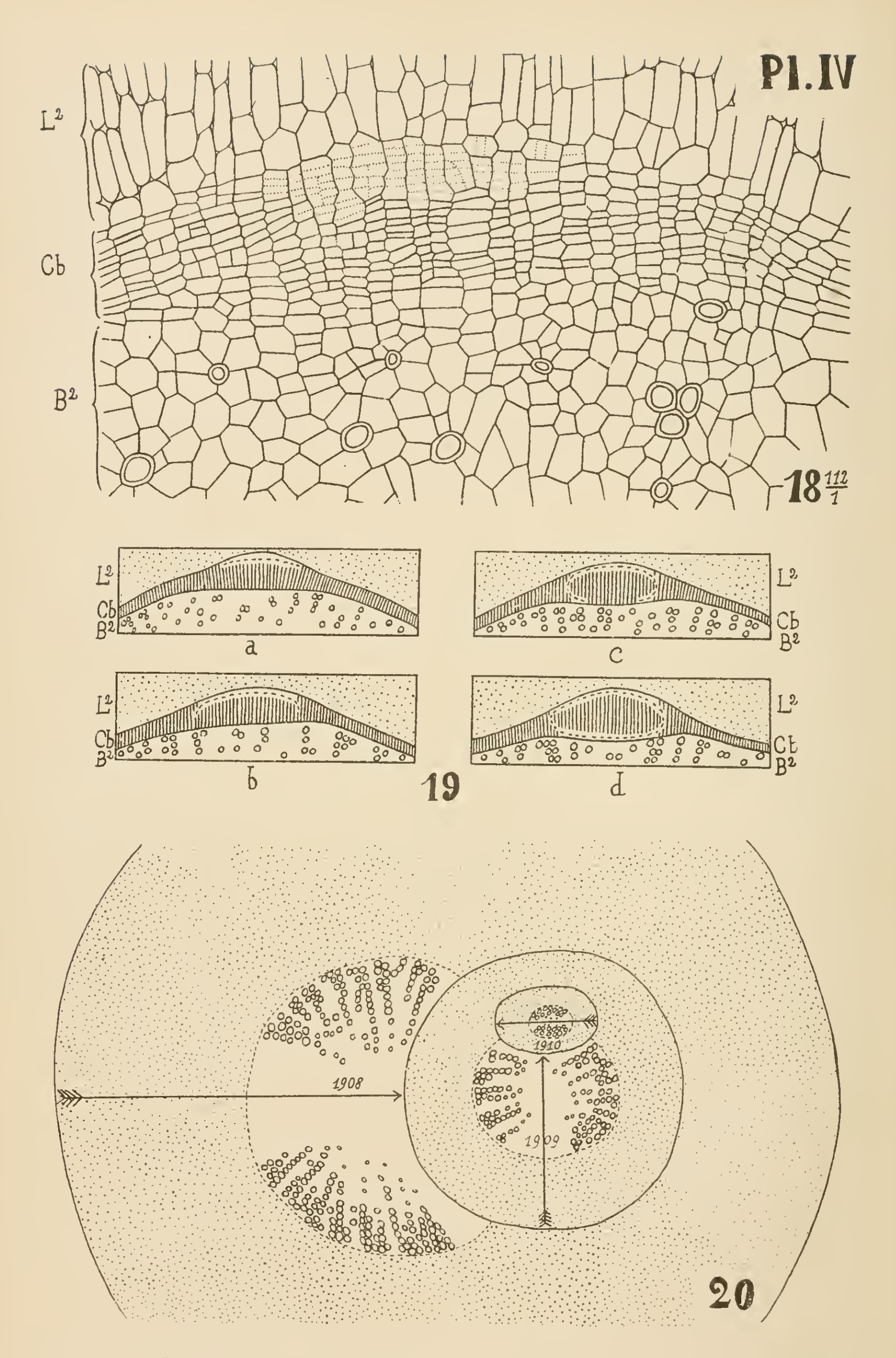
E. FRITSCHÉ ad nat. del.

Lith. J.L. GOFFART, Bruxelles.

CORYDALLIS SOLIDA Sm.

Tubercule.

Pl. IV



E. FRITSCHÉ ad nat. del.

Lith. J.L. GOFFART, Bruxelles.

CORYDALLIS SOLIDA Sm.

Tubercule.

Explication de la Planche IV.

Les fig. 18, 21 et 22 représentent des portions de coupes transversales pratiquées dans le milieu de tubercules pris à trois époques différentes et passant par la région où se forme la nouvelle zone cambiale au sein de l'ancienne.

Dans ces figures, les cloisons nouvellement formées sont indiquées en pointillé.

Fig. 18. Apparition du nouveau cambium. Cette coupe correspond au schéma A de la fig. 19. (Voir p. 25).

Fig. 19. Schémas indiquant les quatre stades de formation de la nouvelle zone cambiale au sein de l'ancienne. (Voir p. 25).

Fig. 20. Schéma indiquant la position de 3 tubercules successifs et l'orientation de leur plan de symétrie. (Voir p. 31).

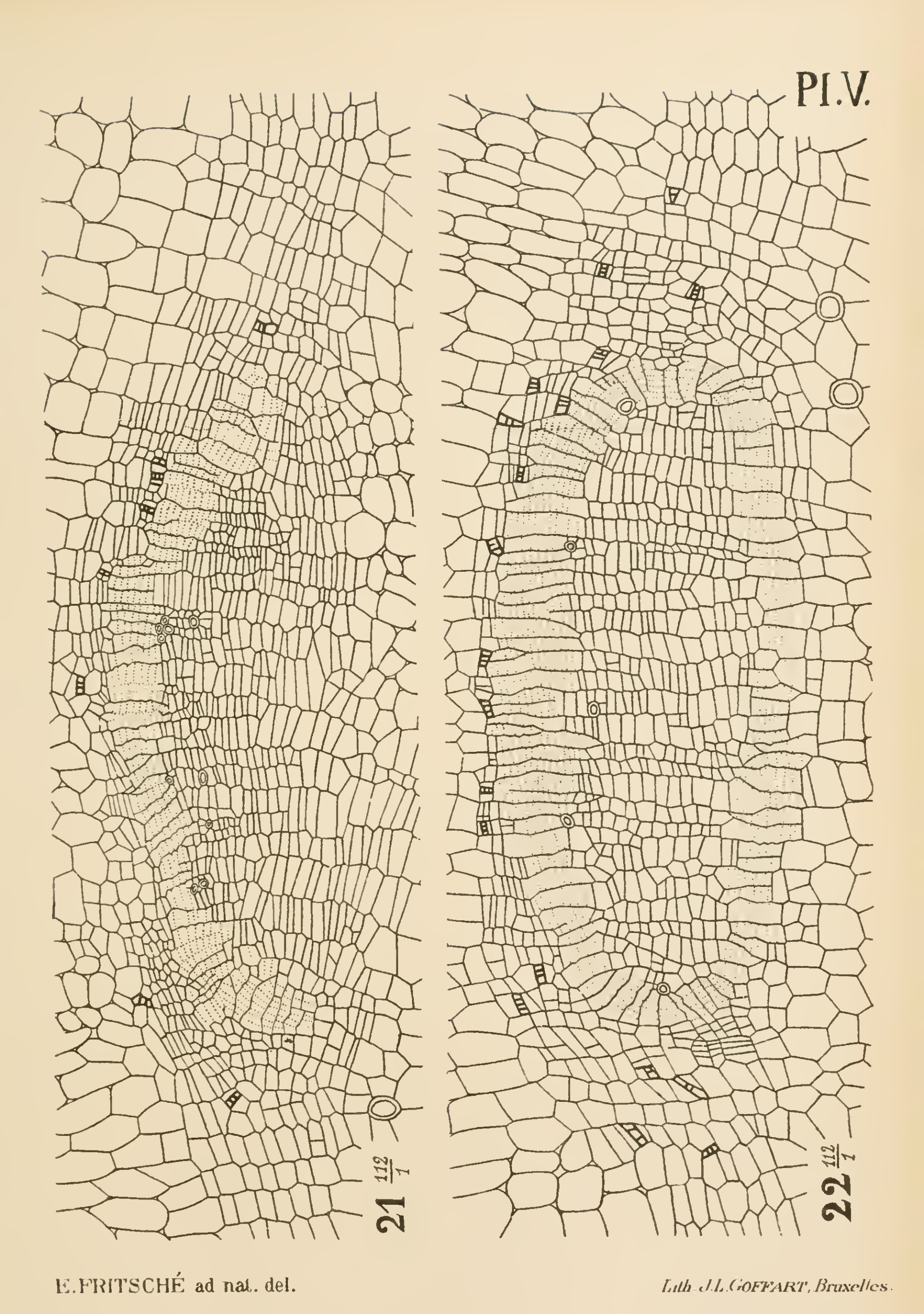
Explication de la Planche V.

Voir le début de l'explication de la planche précédente.

Fig. 21. Extension de l'arc de nouveau cambium. Cette coupe correspond au schéma B de la fig. 19.

Fig. 22. Achèvement de la zone cambiale nouvelle. Cette coupe correspond au schéma D de la fig. 19.

L'explication de ces fig. est donnée p.p. 25 et 26 du texte.



CORYDALLIS SOLIDA Sm.

Tubercule.

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR LE

TARAXACUM VULGARE Schrk.

PAR

Mlle E. FRITSCHÉ

RÉGENTE A LA SECTION NORMALE DE L'ÉTAT, A LIÉGE



BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

—

1914

Extrait des *Mémoires de la Société royale des Sciences de Liége,*
3e série, t. XI.

INTRODUCTION

Les plantes les plus communes peuvent fournir d'intéressants sujets d'étude. Habitués à les voir journellement, nous sommes ordinairement peu portés à fixer notre attention sur elles. Le vulgaire Pissenlit est l'une de ces plantes trop négligées, comme le prouve l'étonnante découverte relative à la production parthénogénétique de ses graines.

C'est le développement de cette plante à partir de la germination qui a provoqué d'abord mes observations; puis ce fut la structure de ses organes souterrains où l'on reconnaît si difficilement, à première vue, ce qui appartient à la tige et ce qui fait réellement partie de la racine. Quelques expériences enfin ont servi de confirmation à mes constatations.

Je considère comme un agréable devoir d'exprimer ma profonde reconnaissance à M. le Prof. Gravis : c'est à ses excellents conseils que je dois d'avoir mené à bien cette étude.

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR LE

TARAXACUM VULGARE Schrk.

I. — CARACTÈRES EXTÉRIEURS

Le Pissenlit, très commun dans les prairies, aux bords des chemins et dans les pelouses de nos jardins, est une plante vivace à tiges souterraines si peu apparentes qu'il n'est pas possible de les distinguer extérieurement et qu'il est même difficile de les reconnaître par les caractères anatomiques. Les feuilles, insérées au niveau du sol, s'étalent en rosette. Des hampes florifères apparaissent au tout premier printemps et se succèdent jusqu'au milieu de l'été.

Les organes souterrains forment souvent, chez le Pissenlit, un enchevêtrement qu'il est malaisé de décrire à première vue. Nous avons donc fait des semis et nous avons étudié tout le développement, à partir de la germination, pendant plusieurs années.

La plantule a deux cotylédons épigés; elle produit bientôt une première rosette de feuilles, et sa croissance est si rapide que, dès le mois d'août, elle possède une première hampe qui passe l'hiver à l'état de bouton et qui fleurit au printemps suivant. Nous étudierons d'abord une plante à l'époque de sa pre-

mière floraison (c'est-à-dire au printemps qui suit le semis); puis nous décrirons les modifications qui se manifestent successivement pendant les années ultérieures.

A. Plante a l'époque de la première floraison (fig. 1). — La tige, très courte, ne dépasse pas le niveau du sol ; elle est continuée inférieurement par une racine (racine principale) qui donne naissance à deux ou trois racines secondaires et à un grand nombre de fines radicelles. Les feuilles de l'année précédente ont disparu en laissant quelques cicatrices indiquées en traits noirs dans la figure 1. Vers le haut, un grand nombre de feuilles sont insérées très près l'une de l'autre et sont disposées en rosette étalée à la surface du sol.

Parmi les hampes florifères, on en distingue une au centre qui est déjà bien épanouie, alors que les autres sont encore à l'état de boutons. La position des hampes latérales est difficile à déterminer à première vue, car les entre-nœuds de la tige sont très courts. Des coupes transversales dans cette région (fig. 2) montrent que la hampe du centre termine la tige principale, tandis que les autres hampes sont le prolongement de chacun des sommets de bourgeons latéraux ; ceux-ci occupent chacun l'aisselle d'une feuille; ils portent déjà eux-mêmes plusieurs bourgeons dont un certain nombre possèdent leur hampe terminale bien apparente. Il y a donc une grande quantité de bourgeons d'âges différents ; c'est ce qui explique l'apparition successive de nombreuses hampes florales.

La surface de la racine principale présente, dans toute sa longueur, des plis transversaux.

Après la floraison, qui se termine vers les mois de juillet-août, les hampes se flétrissent; il se produit une nécrose au sommet de la tige principale et de chacun des bourgeons. La croissance est donc définie. Le sommet de la tige meurt, ainsi qu'un certain nombre de bourgeons qui tous étaient terminés par une hampe. La végétation n'est cependant pas arrêtée : des bourgeons latéraux ont pris naissance ; ils portent déjà une hampe terminale à l'état de bouton, et passent l'hiver à l'état

Pl. I

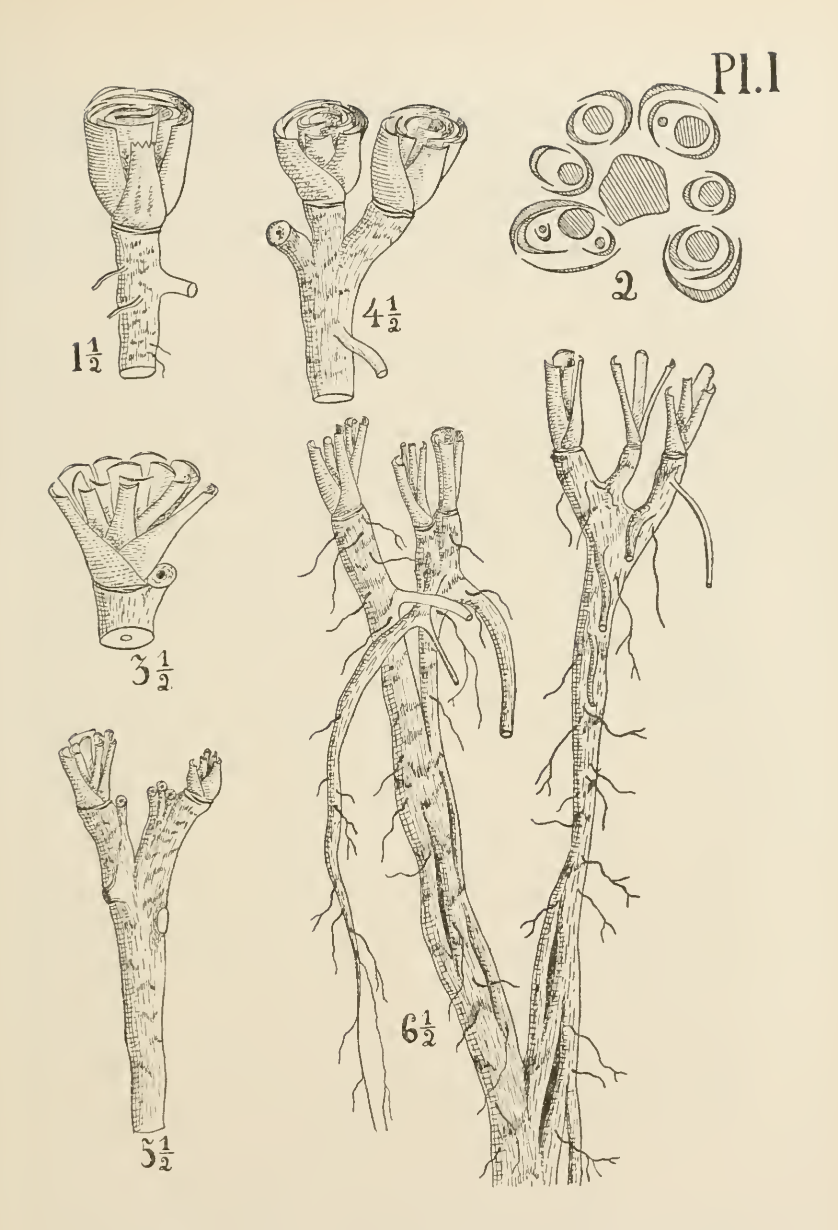


Fig. 1. Plante à l'époque de la première floraison (p. 6). — Fig. 2. Coupe transversale passant par la base des hampes (p. 6). — Fig. 3. Plante d'un an, vers le milieu de l'été (p. 8). — Fig. 4. Plante à l'époque de la deuxième floraison (p. 8). — Fig. 5. Plante âgée de plusieurs années (p. 8). — Fig. 6. Plante très vieille (p. 9).

latent. Ce sont des bourgeons de remplacement. On peut donc observer, à cette époque, des rameaux morts à côté de sommets en pleine végétation (fig. 3).

En même temps, il y a décortication : tous les tissus de la racine qui étaient plissés meurent et se décomposent. Une surface subérisée lisse apparaît.

B. Plante a l'époque de la deuxième floraison (fig. 4). — Au printemps suivant, il y a donc plusieurs bourgeons qui se développent (ordinairement deux ou trois); ils étalent chacun leurs feuilles à la surface du sol ; les rosaces qu'elles forment s'entrecroisent et semblent n'en former qu'une.

Chacun de ces bourgeons se comporte comme la tige mère, c'est-à-dire que son sommet se prolonge en une hampe et qu'il produit un grand nombre de bourgeons latéraux ; les uns se développent immédiatement, les autres attendent le printemps suivant.

A la fin de l'année, une nouvelle décortication a lieu : elle fait disparaître les cicatrices foliaires de la tige principale.

C. Plante agée de plusieurs années (fig. 5). — Une plante âgée est toujours pourvue de nombreux bourgeons de remplacement, mais beaucoup d'entre eux meurent. Il n'y a ordinairement qu'un seul bourgeon qui persiste au sommet de chacun des rameaux et qui continue la végétation. Pendant les premières années, la plante ne possède donc que deux ou trois rameaux; ceux-ci s'allongent par la superposition de bourgeons latéraux qui, chaque année, prennent la place du sommet disparu et forment de véritables sympodes.

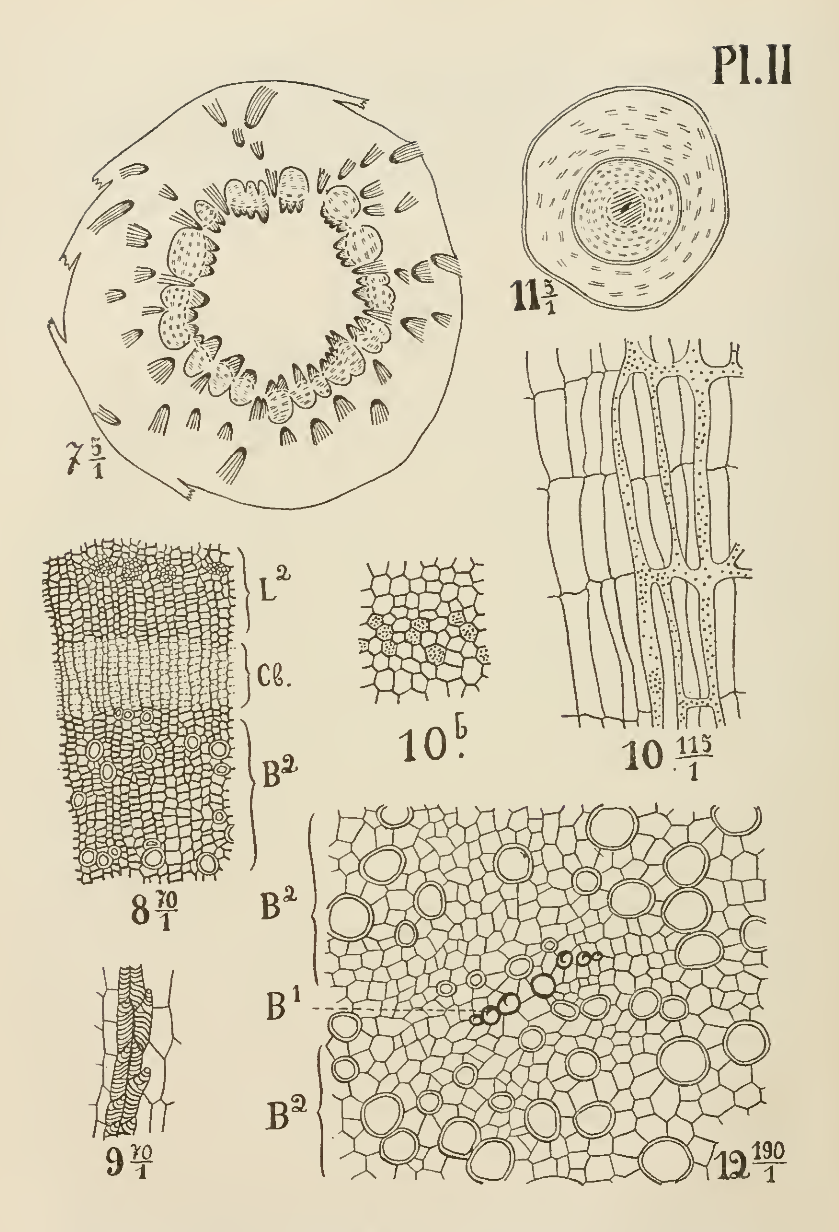
Les décortications successives font disparaître les cicatrices foliaires ainsi que les cicatrices résultant de la destruction des hampes successives. Celles qui sont visibles à la partie supérieure des rameaux sont assez récentes; elles sont d'ailleurs en voie de disparition. Il est donc impossible de déterminer l'âge d'un Pissenlit à partir de la deuxième floraison.

D. Plante très vieille (fig. 6). — Lorsque la plante est très vieille, âgée de quinze à vingt-cinq ans par exemple, on remarquera qu'il s'est formé un grand nombre de divisions longitudinales dans les tiges et dans les racines. Cette disposition nouvelle sera expliquée lorsque nous étudierons l'anatomie des très vieilles plantes.

II. — ANATOMIE

A. Plante a l'époque de la première floraison (fig. 1). — *Tige*. — On reconnaît la tige aux cicatrices foliaires qu'elle porte encore à cet âge. La coupe, figure 7, montre que les faisceaux sont bien distincts et disposés en un cercle. Chacun d'eux possède un cambium qui a produit du bois secondaire et du liber secondaire (fig. 8). Les vaisseaux du bois sont formés de cellules courtes dont les parois ont des épaississements en anneaux ou en spirales très rapprochés les uns des autres (fig. 9). Les cellules du parenchyme ligneux sont prismatiques, allongées dans le sens de l'axe de la tige; elles sont disposées assez régulièrement en séries rayonnantes (fig. 8). Les cellules du parenchyme libérien sont également prismatiques; elles se superposent en séries longitudinales et sont juxtaposées en bandes radiales très régulières (fig. 10); au sein de ce parenchyme existent des zones plus étroites, concentriques et sombres, constituées par des îlots de cellules grillagées entremêlées de laticifères. Ceux-ci sont fréquemment anastomosés entre eux. Le tissu fondamental, tant interne qu'externe, a pris un assez grand développement; ses cellules sont à peu près isodiamétriques et ont des parois minces; elles sont en voie de destruction dans le parenchyme externe; dans ce dernier sont éparpillés de nombreux faisceaux foliaires.

Racine (fig. 11, 12). — Le bois primaire est représenté par deux pôles centripètes; le bois secondaire, produit par une zone cambiale continue, est formé d'éléments semblables à ceux de la tige. Le liber secondaire est ici très développé : c'est lui



Anatomie d'une plante à l'époque de la première floraison : Fig. 7, 8, 9, 10. Coupes faites dans la tige. — Fig. 11, 12. Coupes faites dans la racine (p. 9).

qui produit la tubérisation. Les massifs de cellules grillagées sont disposés assez régulièrement en cercles concentriques au sein du parenchyme libérien. Les couches situées vers la périphérie sont en voie de nécrose : c'est la portion de l'écorce destinée à disparaître après la floraison.

Si l'on compare les figures 7 et 11, on remarque que la tige présente un tissu fondamental interne (moelle) très développé, qui fait complètement défaut dans la racine. Le liber secondaire a pris de grandes proportions dans la racine, tandis qu'il reste insignifiant dans la tige. Ces deux caractères permettent de reconnaître ces organes à l'œil nu et de déterminer aisément leur limite dans les jeunes plantes. C'est ce que représente le schéma 25 (voir plus loin, p. 18).

B. Plante a l'époque de la deuxième floraison. — *Tige*. — La coupe faite un peu au-dessous de la naissance des rameaux (fig. 15) permet de reconnaître trois groupes de faisceaux dont le bois est complètement entouré d'une zone cambiale propre. Cette disposition, bien différente de ce que nous avons constaté au stade précédent, provient de ceci : après la disparition de la hampe terminale, la majeure partie du tissu fondamental interne (moelle) est morte. Cette nécrose a provoqué le recloisonnement des cellules restées vivantes, et ainsi s'est produit un cambium que nous appellerons « cambium adventif » pour le distinguer du « cambium normal » situé entre le bois et le liber du faisceau primitif [1]. Mais au lieu de former une zone

[1] M. le Prof. A. Gravis qualifie d'adventive toute zone cambiale qui prend naissance plus ou moins tardivement par recloisonnement de cellules appartenant à un tissu primaire ou secondaire déjà différencié. Il oppose ce terme à celui de zone cambiale normale, laquelle prend naissance de très bonne heure entre le bois et le liber d'un faisceau et qui de là s'étend souvent dans le tissu fondamental voisin. L'apparition d'un cambium adventif est provoquée parfois par une nécrose, mais plus souvent par une simple diminution de la vitalité de certains éléments histologiques. Cette apparition est le résultat d'une réaction de l'organisme à une excitation interne.

Conformément à la *Loi des surfaces libres* de M. Eug. Bertrand [1], un

[1] *Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXXI, séance du 11 janvier, 1884.

continue contre le tissu mort, le cambium adventif rejoint, en certains points, la zone cambiale normale pour former avec elle une zone continue contournant le bois des trois groupes de faisceaux visibles dans la figure 15. Chacun des trois anneaux générateurs se compose donc de deux portions : une externe provenant du cambium normal, une interne représentant le cambium adventif. Ce dernier produit du liber secondaire adventif. Le liber adventif ne diffère d'ailleurs pas du liber normal avec lequel il se met en continuité ; il est centrifuge par rapport au massif ligneux qu'il entoure : dans la figure 15 et les figures suivantes, le cambium normal est indiqué par un trait interrompu, tandis que le cambium adventif est représenté par une ligne pointillée.

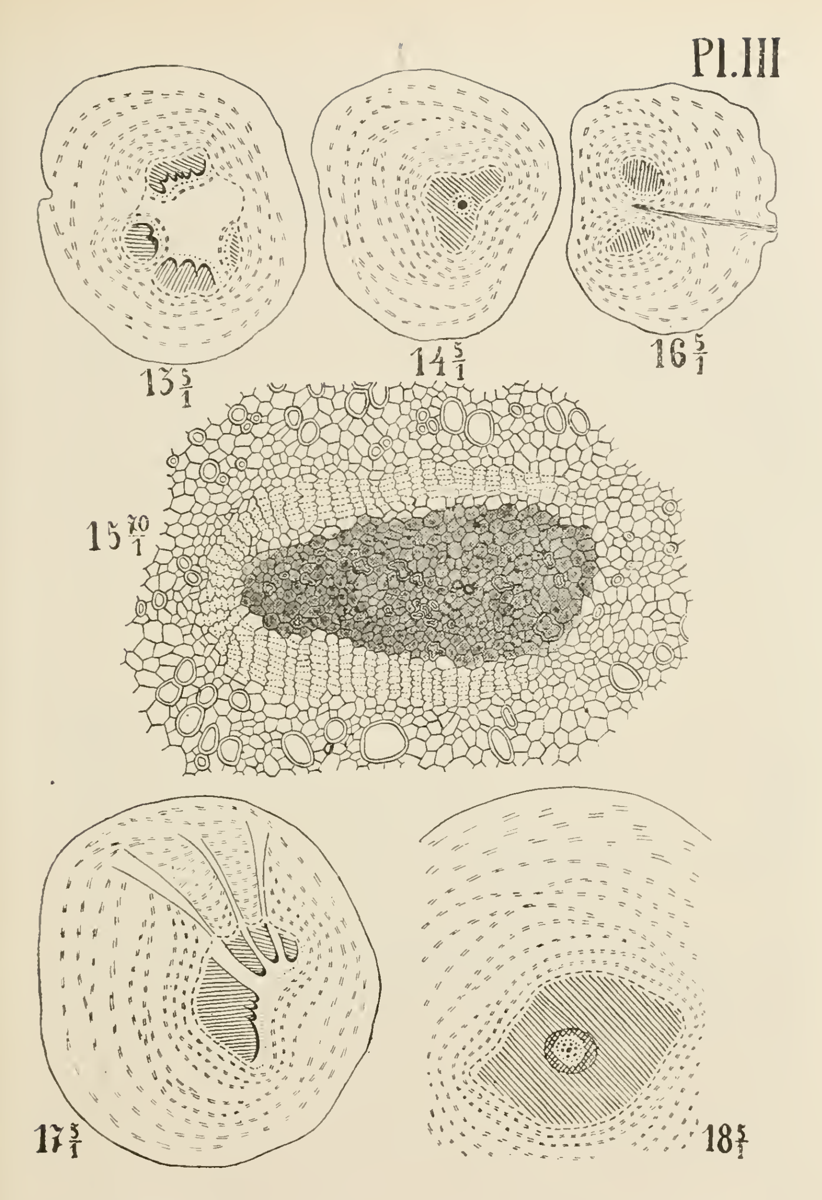
A certains niveaux, on peut remarquer l'un des massifs ligneux complètement isolé ; on n'y distingue plus du tout la limite entre les deux portions de cambium. Dans d'autres massifs, on peut encore constater la jonction de la zone cambiale adventive à la zone cambiale normale. Il existe aussi des portions de cambium normal devenues inactives entre les massifs ligneux ; elles sont en train de disparaître.

Si au lieu d'examiner la tige au-dessous de la naissance des rameaux, on observe la coupe d'un rameau, on lui trouve la structure normale que nous avons décrite dans la tige au stade précédent.

---

cambium adventif produit du liber secondaire adventif vers la région excitante, et du bois secondaire adventif du côté opposé. La genèse des tissus adventifs rappelle entièrement celle des organes adventifs chez les végétaux : racines adventives sur une bouture de tige; bourgeons adventifs sur une bouture de feuille ou de racine, etc.

Les tissus adventifs ont été désignés par Van Tieghem sous les noms de « tissus secondaires » ou de « tissus tertiaires » selon qu'ils se forment au sein d'un tissu primaire ou d'un tissu secondaire. Il y a un grave inconvénient, semble-t-il, à donner un nom différent à des formations homologues parce qu'elles apparaissent dans des tissus d'âge différent. En appliquant au Pissenlit la nomenclature de Van Tieghem, on serait obligé de qualifier de tertiaires les tissus qui, dans la racine, correspondent exactement à ceux qu'il faudrait qualifier de secondaires quelques centimètres plus haut, dans la tige de la même plante.



Anatomie d'une plante à l'époque de la deuxième floraison : Fig. 13. Coupe transversale d'une tige (p. 11). – Fig. 14, 15, 16. Coupes transversales d'une racine (p. 14). – **Anatomie d'une plante âgée de plusieurs années :** Fig. 17. Coupe transversale d'un faux-rameau (p. 15). — Fig. 18. Coupe transversale de la racine (p. 15).

Racine (fig. 14). — La nécrose, produite dans le tissu fondamental interne de la tige par la disparition de la hampe terminale, a atteint quelques cellules ligneuses vers le centre de la racine. Cette nécrose a donné lieu, par réaction, à la formation d'un cambium adventif qui forme ici une zone continue dans le bois secondaire (fig. 15).

Il peut arriver que la zone normale et la zone adventive se joignent en isolant deux ou trois portions du bois secondaire, de façon à constituer des groupes séparés comme dans la tige. Le fonctionnement de ces zones génératrices donne du liber dont les parties les plus vieilles nécrosées se détruisent, ce qui a pour effet de provoquer une division longitudinale dans la racine. La figure 16 représente une coupe passant par une de ces formations.

Plus bas, dans la racine, on peut retrouver la structure normale, identique à celle que nous avons observée dans la racine d'une plante plus jeune.

Continuité des zones cambiales. — L'examen des coupes transversales successives montre que les trois massifs libéroligneux de la figure 13 correspondent aux trois rameaux de la plante et que le cambium adventif de la tige se trouve dans le prolongement du cambium normal de ces rameaux.

C. Plante agée de plusieurs années. — *Tige.* — Nous venons de voir que dès la deuxième année, l'apparition du cambium adventif détermine, dans la tige, la formation de plusieurs groupes libéro-ligneux distincts. Chacun de ces groupes possède une zone génératrice propre, en partie normale, en partie adventive. La production du liber est plus active que celle du bois. A la périphérie de chaque anneau libérien se produit une décortication qui a pour effet, à la longue, d'isoler les divers groupes libéro-ligneux.

Lorsqu'elle est vieille, la tige du Pissenlit se partage donc longitudinalement en plusieurs portions plus ou moins cylindriques qui simulent des rameaux. Nous désignerons ces portions sous le nom de « faux-rameaux ». Chacun de ces

faux-rameaux se trouvant en dessous du rameau véritable auquel il correspond, il semble que la ramification commence beaucoup plus bas que dans la plante jeune [1].

La figure 17 représente la coupe d'un de ces faux-rameaux. On y distingue encore six faisceaux de la tige primitive.

Racine. — La coupe reproduite par la figure 18 montre, outre la structure normale d'une racine déjà vieille, une zone cambiale adventive formée au sein du bois secondaire.

Dans cette figure 18, le cambium normal est indiqué par un trait interrompu, le cambium adventif, par un trait pointillé ; le bois secondaire normal est figuré par des hachures, le bois adventif, par un quadrillé ; le liber normal est très développé dans l'écorce; le liber adventif peu abondant vers le centre.

Le cambium adventif de cette coupe commençait à produire des îlots de liber adventif (fig. 19).

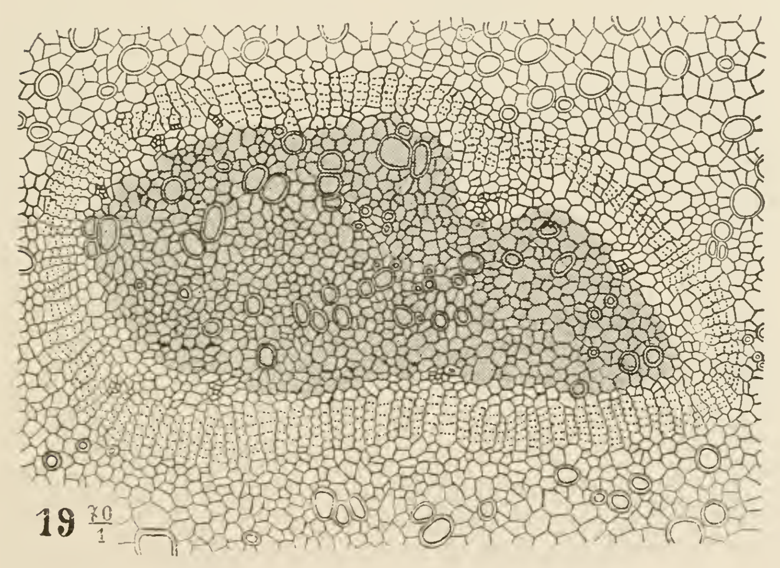


Fig. 19. — Coupe transversale de la racine d'une plante déjà vieille.

(1) On ne peut déterminer l'âge auquel se fait cette division longitudinale; elle a lieu beaucoup plus tard chez les Pissenlits cultivés parce que le liber produit est beaucoup plus abondant; les couches de la périphérie se touchent alors et se fusionnent.

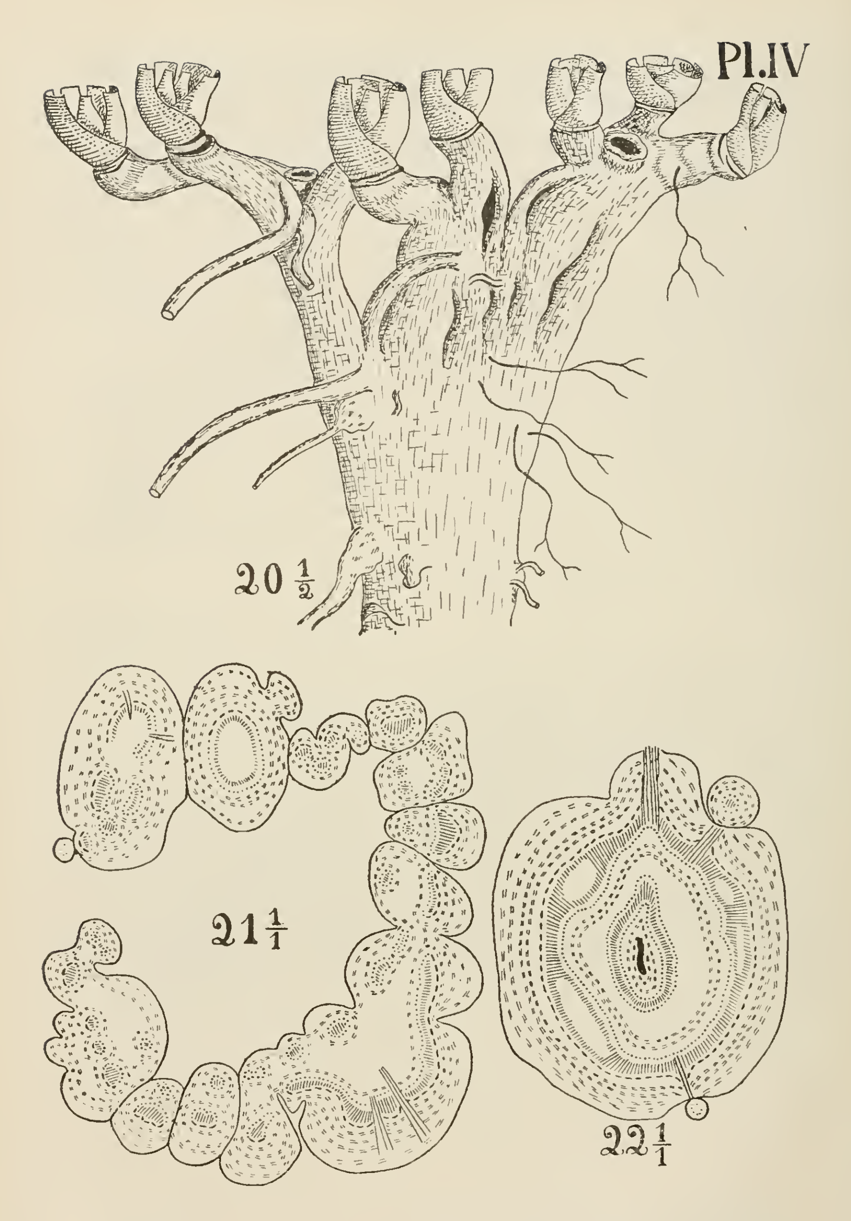


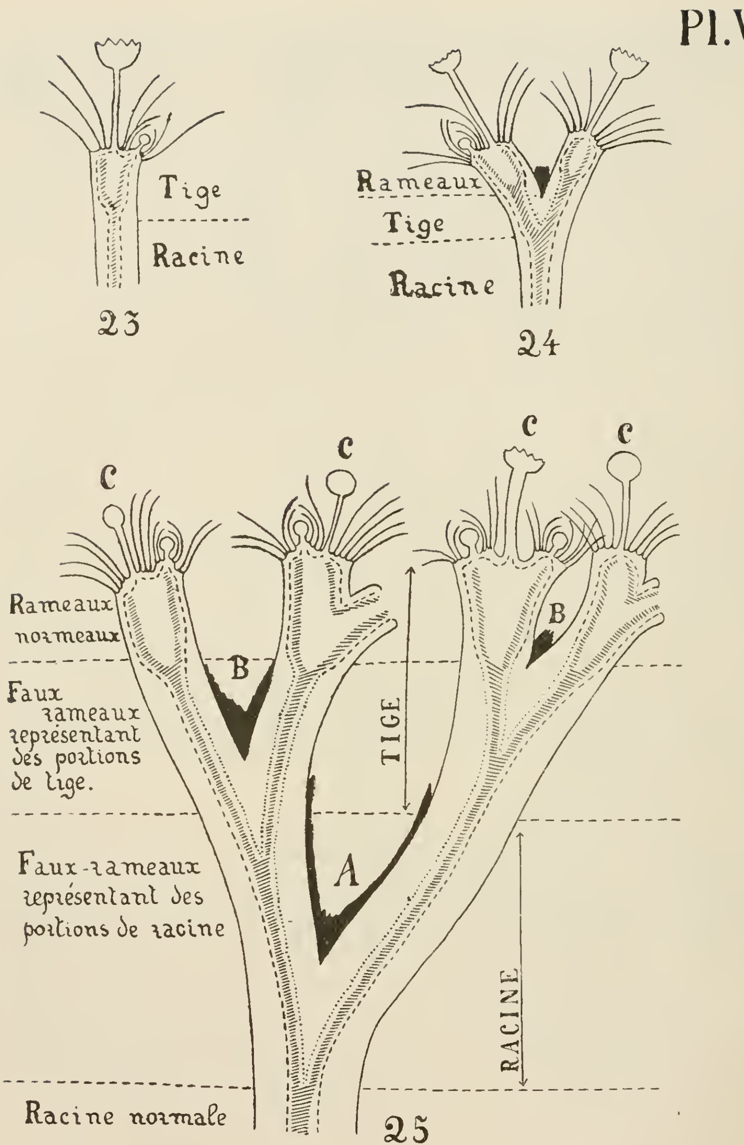
FIG. 20. Plante très vieille (p. 17). — FIG. 21. Coupe transversale de la tige dans la région des faux-rameaux (p. 17). — FIG. 22. Coupe transversale de la racine dans la région des zones cambiales adventives (p. 17).

Il va de soi que la structure tout à fait normale de la racine se retrouve dans les coupes pratiquées plus bas, c'est-à-dire dans la région plus jeune de la racine.

D. Plante très vieille (fig. 20). — *Tige.* — Lorsque la tige du Pissenlit s'est divisée longitudinalement, par suite des nécroses et des décortications qui se sont produites, elle est remplacée par plusieurs portions plus ou moins séparées que nous avons nommées « faux-rameaux ». Au sein de chacun de ceux-ci, les mêmes phénomènes de nécrose, d'apparition de nouveau cambium, de décortication et division longitudinale peuvent se produire. Il en résulte la constitution de faux-rameaux de second ordre. Dans la coupe reproduite par la figure 21, ces faux-rameaux de second ordre ne sont pas encore complètement séparés. Ils sont disposés en deux cercles concentriques irréguliers. Si par la pensée on rejoint les diverses portions de zones cambiales entre elles, on remarquera qu'il y a, à ce niveau, quatre zones génératrices concentriques : celle de la périphérie est la zone normale; celle de l'intérieur est la zone adventive apparue en premier lieu; les deux autres sont les deux zones adventives apparues en dernier lieu.

Racine. — Ce que nous venons de dire se montre, en toute évidence, dans une coupe pratiquée dans la racine quelques centimètres au-dessous de la coupe représentée par la figure 21. Cette coupe est dessinée à la figure 22 : on y distingue nettement quatre zones génératrices continues et concentriques. La nécrose qui a séparé les faux-rameaux de second ordre a pénétré jusque dans le bois de la racine qui est maintenant scindé en deux bandes continues et concentriques. Le nouveau cambium adventif s'est étendu de part et d'autre des tissus morts.

La racine peut aussi se diviser longitudinalement comme la tige. La partie inférieure d'un faux-rameau peut donc être constituée par une partie de vieille racine. En ce cas, la zone génératrice entoure un îlot de bois secondaire, tandis que s'il



Schémas représentant la disposition longitudinale des différents tissus. — Fig. 23. Dans une plante à l'époque de la première floraison (p 19). — Fig. 24. Dans une plante à l'époque de la deuxième floraison (p. 19). — Fig. 25. Dans une plante très vieille (p. 19)

s'agit d'un faux-rameau représentant une partie de tige, la zone génératrice entoure le bois de plusieurs faisceaux. On comprend que cette distinction n'est pas toujours facile à faire quand on examine une très vieille plante.

Schémas. — Les schémas représentés par les figures 23, 24, 25 résument le mode de végétation du Pissenlit : la figure 23 représente la plante à l'époque de la première floraison ; on y voit la hampe terminale A, quelques feuilles et un bourgeon latéral. La limite entre la tige et la racine est marquée par l'absence de moelle dans cette dernière où le centre est occupé par du bois secondaire.

Dans la figure 24, où l'on suppose la plante à l'époque de la deuxième floraison, on voit que la hampe terminale A a disparu; la nécrose (représentée en noir) a pénétré dans la moelle de la tige, mais n'a pas encore atteint le bois de la racine. Un cambium adventif s'est formé le long des tissus nécrosés (en pointillé dans la figure) et a déjà produit du liber adventif. Au sommet, deux rameaux nouveaux se sont formés ayant chacun leur hampe terminale B et quelques feuilles, ainsi que des bourgeons. Ces rameaux présentent les mêmes caractères que la tige principale du schéma de la figure 23.

Dans la figure 25, la nécrose produite par la disparition de la hampe A a pénétré assez bas et a atteint le bois secondaire de la racine; le cambium adventif a produit du liber dont la décortication a provoqué une division longitudinale en deux faux-rameaux. Les hampes B ont produit, de la même façon que la hampe A, une nécrose qui a pénétré dans la moelle des rameaux et même dans le bois des faux-rameaux de premier ordre; le cambium adventif qui s'est formé a produit du liber dont la décortication a eu pour résultat la division longitudinale en faux-rameaux de second ordre. Des hampes C terminent les tiges normales à l'extrémité de ces faux-rameaux; elles pourront, à un moment donné, être le point de départ de rameaux de troisième ordre, et ainsi de suite.

Quant aux cicatrices foliaires et aux sommets morts, ils sont

représentés vers la partie supérieure de la plante (en *a*, *b*); les autres, situés plus bas, ont complètement disparu par suite des décortications répétées.

En *résumé*, le Pissenlit se comporte un peu comme les Saules taillés en têtards dont la tête s'évase de plus en plus en se creusant au centre et dont le tronc finalement se partage souvent longitudinalement en plusieurs parties isolées.

Il va de soi que selon l'âge, la vigueur des plantes, les circonstances locales, etc., le nombre, la longueur et le degré de séparation des faux-rameaux sont très variables. Ces faux-rameaux peuvent parfois se séparer incomplètement en restant adhérents dans le haut et dans le bas (fig. 6). Il arrive plus rarement que l'un d'eux s'isole complètement de la plante mère, de façon à constituer une plante indépendante.

NOTE BILIOGRAPHIQUE

Dans un article intitulé : *Sur quelques phénomènes déterminés par l'apparition tardive d'éléments nouveaux dans les tiges et les racines des Dicotylédones* (thèse présentée à la Faculté des sciences de Bordeaux, en 1879), M. G. Dutailly a mentionné le Pissenlit : Il rappelle les observations du célèbre botaniste de Bary concernant la faible production du bois secondaire dans la racine et le grand développement du liber (p. 24). Il signale la présence de deux et même trois zones concentriques cambiales dans la racine (p. 40); il observe une lacune qui a provoqué la formation d'un cambium à côté des tissus nécrosés, c'est-à-dire en dedans du massif ligneux. Il mentionne également la réunion d'une zone cambiale nouvelle à la zone normale et le fonctionnement commun des deux zones (pp. 46, 47).

Mais l'auteur ne paraît pas avoir constaté que le point de départ de la nécrose, c'est la disparition de la hampe terminale. Son attention s'est portée sur des nécroses isolées, et « accidentelles » (p. 47) qu'il appelle « canaux sécréteurs » ; mais il néglige le gros massif ligneux, isolé par la zone cambiale, qui est un fait habituel et constant chez le Pissenlit. Les figures 2,

4, 5, 6 de la planche IV indiquent d'ailleurs qu'il s'agit d'une tige et non d'une racine, comme le croit l'auteur. Celui-ci n'a pas fait remarquer non plus que ce massif ligneux n'est qu'une partie de la tige et que le fonctionnement des zones cambiales produit un liber dont la décortication provoque des divisions longitudinales et la séparation des portions que nous avons appelées « faux-rameaux ».

III. — EXPÉRIENCES.

J'ai eu l'occasion de faire aussi quelques expériences qui se rapportent aux observations anatomiques qui viennent d'être exposées.

1. *Allongement des tiges.* — Le Pissenlit est l'une des plantes qui semble le mieux mériter le qualificatif « acaule » que les anciens botanistes prodiguaient bien à tort. Pour mettre en évidence les tiges du Pissenlit, il suffit cependant de recouvrir une plante, pendant l'hiver, d'une couche de 20 centimètres de terre. Dès le printemps, les bourgeons se développent en tiges grêles, à longs entre-nœuds, garnies de feuilles rudimentaires en forme d'écailles pointues (fig. 26). Ces tiges traversent rapidement la couche de terre et arrivent au niveau du sol. Elles produisent alors des feuilles normales rapprochées les unes des autres (fig. 28 et 29). Ces tiges ascendantes sont faciles à reconnaître extérieurement, leur structure est également bien caractérisée (fig. 27). Elles ne tardent pas à s'épaissir, à se tubériser et à présenter l'organisation que présente la tige du Pissenlit ordinaire. Chaque sommet produit une hampe terminale puis des bourgeons latéraux qui, durant l'année suivante, provoqueront la ramification et la constitution d'une rosette de feuilles serrées.

Lorsqu'elles sont suffisamment âgées, les tiges ascendantes se décortiquent et plus rien ne peut les distinguer des tiges normales si peu reconnaissables extérieurement chez le Pissenlit.

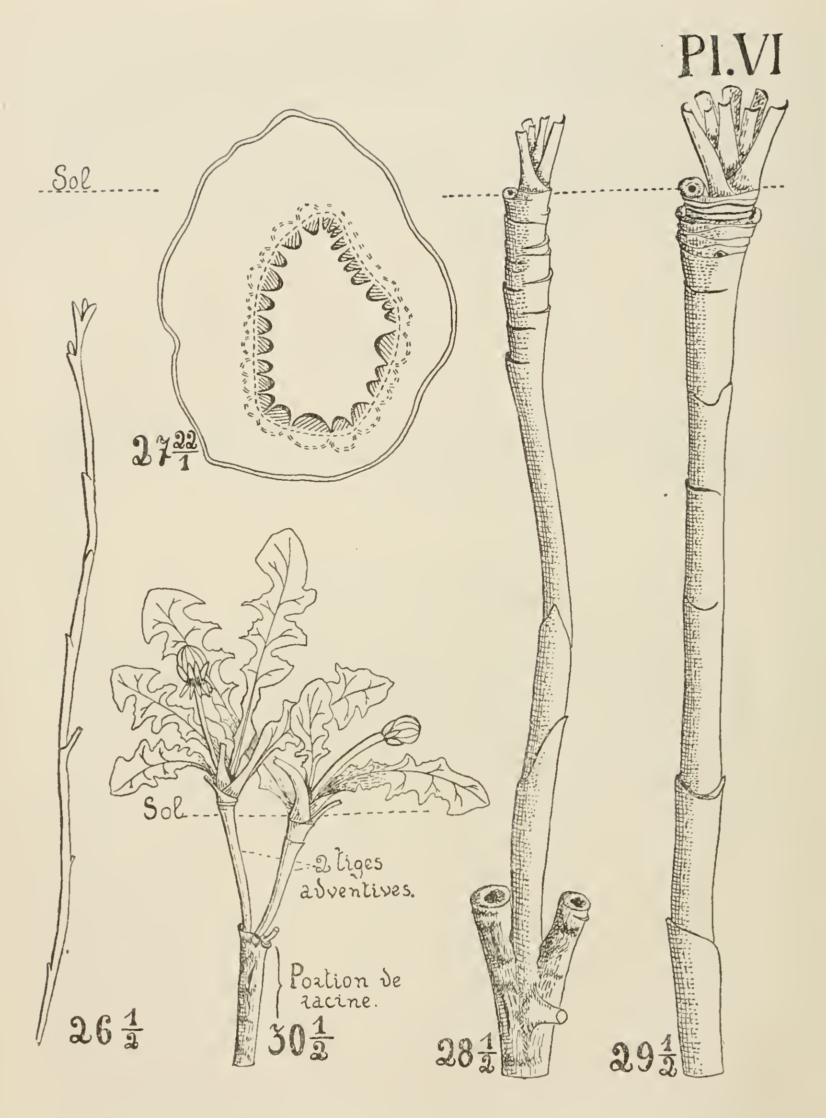


Fig. 26. Tige allongée, grêle, à son premier état de développement (p. 21). — Fig. 27. Structure anatomique de cette même tige (p. 21). — Fig. 28, 29. Tiges allongées ayant produit une rosette de feuilles rapprochées les unes des autres (p. 21). — Fig. 30. Formation de deux tiges adventives (p. 23).

Des plantes retournées la tête en bas, d'autres placées horizontalement à une certaine profondeur ont produit également des tiges ascendantes, grêles, à longs entre-nœuds.

2. *Membres adventifs.* — Le Pissenlit produit très facilement non seulement des racines adventives, mais aussi des bourgeons adventifs, et cela sur ses racines aussi bien que sur ses tiges. Pour provoquer l'apparition des bourgeons adventifs, il suffit de supprimer soit le sommet de la plante, soit toutes ses tiges. Les tiges nées de ces bourgeons adventifs, ayant à traverser rapidement une couche de terre plus ou moins épaisse, se comportent comme les tiges ascendantes dont nous venons de parler. La figure 30 nous montre deux de ces tiges portant chacune, actuellement, une rosette de feuilles et une jeune hampe.

3. *Cicatrisation.* — Les sections et autres blessures faites à un Pissenlit se cicatrisent aisément dans le sol. On peut même déchirer longitudinalement les organes souterrains en plusieurs morceaux et les recouvrir de terre. Les tissus mis à nu sont bientôt nécrosés, et en dessous d'eux, une zone cambiale adventive prend naissance par recloisonnement de cellules vivantes. La zone génératrice nouvelle fonctionne comme il a été expliqué dans la première partie de ce travail, en produisant du bois secondaire et du liber secondaire. Ce dernier, en se subérisant à la surface, produit une cicatrisation si parfaite qu'après quelque temps il ne reste plus de traces de la blessure ou de la déchirure.

Résumé et conclusions.

Le mode de végétation du Pissenlit constitue un cas assez spécial : la ramification est sympodique ; les hampes sont terminales, et les sommets sont successivement remplacés par un ou deux bourgeons latéraux. Chaque année, après la floraison, les parties souterraines subissent une décortication qui

enlève les cicatrices foliaires ainsi que celles des bourgeons morts; on ne peut donc déterminer l'âge d'un Pissenlit vieux. La disparition des hampes florifères est le point de départ d'une nécrose qui pénètre jusque dans le bois secondaire de la racine. Cette nécrose provoque la formation d'un cambium adventif. Celui-ci est situé du côté interne des faisceaux de la tige; il ne tarde pas à les contourner, à rejoindre la zone normale et à isoler un certain nombre de massifs ligneux. Chacun d'eux correspond à un rameau. Dans la racine, le cambium adventif forme souvent une zone continue à l'intérieur de la zone cambiale normale. Il arrive aussi qu'il rejoint la zone normale en isolant des portions de bois secondaire.

Les zones cambiales nouvelles fonctionnent comme les zones normales, c'est-à-dire qu'elles produisent du liber dont les couches externes tombent à la fin de l'été par décortication, ce qui produit une division longitudinale dans la tige aussi bien que dans la racine.

La structure interne, pas plus que les caractères extérieurs, ne permet de déterminer l'âge exact de la plante : le bois secondaire, en effet, ne forme jamais de masse volumineuse parce qu'il est subdivisé à diverses reprises; le liber ne vit jamais plus d'un an. Un Pissenlit ne grossit pas; on remarque, en effet, que dans des conditions identiques, les organes souterrains adultes conservent sensiblement le même diamètre; celui-ci varie, au contraire, avec le milieu; c'est ainsi que dans un terrain fertile, ces plantes deviennent très grosses par la formation d'un liber abondant.

Le Pissenlit est une plante capable de supporter les plus mauvais traitements. Il peut être enfoncé à une grande profondeur : les bourgeons se développent en tiges à entre-nœuds très longs qui portent le sommet au niveau du sol où il reprend la végétation normale. La plante peut être décapitée, mutilée, déchirée longitudinalement : le cambium adventif cicatrise aussitôt les blessures; des bourgeons adventifs se développent, produisent des tiges qui continuent la végétation, un moment interrompue.

TABLE DES MATIÈRES

OBSERVATIONS ANATOMIQUES

ET PHYSIOLOGIQUES

SUR LE

CRINUM CAPENSE Herb.

PAR

R. BEAURIEUX

DOCTEUR EN SCIENCES BOTANIQUES



BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

—

1914

Extrait des *Mémoires de la Société royale des Sciences de Liége*,
3e série, t. XI.

INTRODUCTION

Le *Crinum Capense* Herb., encore appelé *Crinum longifolium* Thunb. ou *Amaryllis longifolia* L., appartient à la famille des Amaryllidées. Cette plante est originaire du cap de Bonne-Espérance. Chez nous elle est cultivée en pleine terre et résiste bien aux intempéries de notre climat. Elle fleurit abondamment pendant la dernière quinzaine de juin et le commencement de juillet. Ses fruits mûrissent dans le courant du mois d'août. Ils contiennent un nombre variable de graines qui ont un albumen charnu, contenant des corps chlorophylliens et beaucoup de suc cellulaire. Quand les fruits mûrissent, leur péricarpe s'amincit progressivement, et finalement se déchire mettant ainsi les graines en liberté. Ces dernières tombent sur le sol sans pouvoir y pénétrer. Elles germent néanmoins quelques jours après, même si la terre est sèche et s'il ne pleut pas. Le cotylédon s'allonge ordinairement beaucoup en cherchant à s'enfoncer dans le sol. La racine principale, au contraire, ne se développe que si le cotylédon est parvenu à s'implanter dans un substratum suffisamment humide.

La germination du *Crinum Capense* se produit donc dans

des conditions incompatibles avec celles de la germination des graines en général. C'est ce qui m'a décidé à soumettre ce phénomène à une observation attentive. Après avoir étudié l'anatomie des graines mûres et celle des plantules, j'ai fait des expériences sur la pollinisation, l'influence de divers agents sur la germination, le siège de la croissance et du géotropisme du cotylédon, le rôle des stomates situés sur le suçoir.

Liége, Institut botanique, le 20 juillet 1914.

OBSERVATIONS ANATOMIQUES
ET PHYSIOLOGIQUES
SUR LE
CRINUM CAPENSE HERB.

HISTORIQUE

Les graines du *Crinum Capense* ont souvent été qualifiées de bulbiformes. C'est qu'autrefois, en effet, on leur avait attribué la valeur d'un petit bulbe; mais dès 1824, Achille Richard (1) avait déjà reconnu que ces prétendus bulbilles étaient réellement des graines.

Prilleux (2) découvrit quelques-unes des particularités que présentent les ovules et les graines de la plante qui nous occupe, et il vit, notamment, que les ovules sont entièrement dépourvus de téguments. Il constata qu'un grand nombre

---

(1) ACH. RICHARD, Observations sur les prétendus bulbilles qui se développent à l'intérieur de quelques *Crinum*. (*Ann. des sciences naturelles*, 1re série, t. II, p. 12.)

(2) PRILLEUX, De la structure et du mode de formation des graines bulbiformes de quelques Amaryllidées. (*Ann. des sciences naturelles*, 4e série, vol. IX, p. 97.)

d'ovules ne se développent pas, mais il crut que ces ovules sont cependant fécondés. Si tant de graines restent rudimentaires, c'est par suite de cette loi générale du balancement organique qui condamne à l'atrophie les organes voisins de ceux qui prennent un développement excessif. Quant à la pellicule sèche qui entoure les graines à leur maturité, Prilleux pense qu'elle représente un reste du nucelle, mais il n'en donne pas la démonstration.

Alex. Braun (1) reconnut que dans les *Hymenocallis* la partie charnue de la graine représente le tégument externe de l'ovule considérablement hypertrophié. Dans les *Crinum*, au contraire, la partie charnue est constituée par un albumen très volumineux dont les cellules contiennent beaucoup de suc cellulaire.

Il existe cependant des ovules qui se transforment réellement en bulbilles. Chez le *Calostemma Cunninghami*, Baillon (2) a constaté la formation d'un bourgeon allongé implanté au fond du sac embryonnaire ; les téguments ovulaires et le nucelle forment les tuniques de cette sorte de bulbe. Une racine adventive prend naissance dans le plateau correspondant à la région chalazienne. Ce cas n'a rien de commun avec celui du *Crinum* que nous allons envisager.

---

(1) Alex. Braun, Mémoire sur les graines charnues des Amaryllidées. (*Ann. des sciences naturelles,* 4e série, vol. XIV, p. 5.)

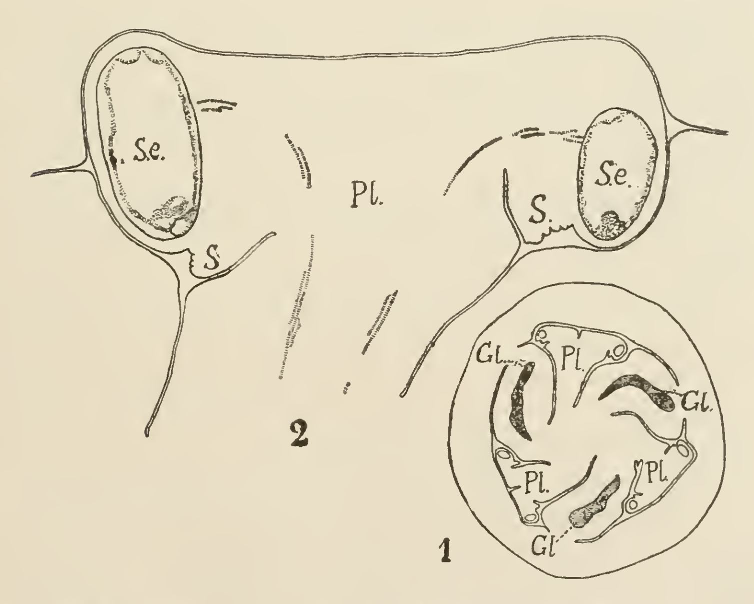
(2) Baillon, Recherches sur le développement et la germination des graines bulbiformes des Amaryllidées. (*Association française pour l'avancement des sciences.* Congrès de Lyon, 1873.)

CHAPITRE PREMIER

ANATOMIE

§ 1er — L'ovaire et le fruit.

L'ovaire renferme trois loges (fig. 1) qui, à l'époque de la floraison, sont complètement occupées par d'énormes placentas et par les ovules disposés sur deux rangs dans chaque loge. Dans l'épaisseur de chaque cloison existe une glande septale (fig. 1).



Ovaire et ovules. — Fig. 1 : Section transversale d'un ovaire (Pl. = placenta ; Gl. = glande septale). — Fig. 2 : Un placenta et deux ovules grossis davantage (Pl. = placenta ; S. e. = sac embryonnaire ; S. = saillies couvrant la route des tubes polliniques).

Les ovules ne possèdent ni primine ni secondine. Dans le voisinage de la région correspondant au micropyle, le funicule porte des saillies qui couvrent la route que suivront les tubes polliniques (fig. 2). Vers la fin de la floraison, le sac embryonnaire occupe déjà la majeure partie de l'ovule; le nucelle est réduit à trois ou quatre assises de cellules en voie d'écrasement. Après la floraison, l'ovaire grossit rapidement : les cloisons se résorbent, les ovules se développent, les placentas et le péricarpe deviennent plus épais.

Quand le fruit commence à mûrir, le péricarpe s'amincit, se ride et se dessèche graduellement; à la maturité, il n'en reste qu'une mince pellicule qui se déchire et met ainsi les graines en liberté.

Les fruits renferment un nombre très variable de graines. Souvent on n'en compte que deux ou trois, parfois même une seule; dans d'autres cas, on peut en trouver de quinze à vingt et même davantage. Leur grosseur est également fort variable : lorsqu'il n'y a qu'une graine dans un fruit, elle est excessivement volumineuse (diamètre : 50 à 55 millimètres); quand il y en a plusieurs, elles sont d'autant plus petites que leur nombre est plus grand.

On remarque alors que quelques-unes d'entre elles sont assez grosses, tandis que les autres sont beaucoup plus petites; leur diamètre est de 5 à 20 millimètres.

Nous verrons plus loin qu'en opérant une pollinisation artificielle, au moyen d'une grande quantité de pollen, on obtient des fruits contenant une quarantaine de petites graines.

Chaque graine se compose d'un albumen volumineux et d'un embryon qu'il est assez facile d'isoler.

L'albumen est charnu, aqueux; les réserves alimentaires se trouvent à l'état dissous dans le suc cellulaire. Dans les cellules il y a d'assez nombreux corps chlorophylliens très petits. La fonction élaboratrice de ces derniers ne semble pas être très active : les graines maintenues à l'obscurité donnent en effet des plantules aussi robustes que celles qui ont germé à la lumière.

La surface de l'albumen est constituée par une mince pellicule sèche, subérisée. Après la fécondation, l'ovule grossit fortement, le nucelle se déchire, s'effrite et disparaît. L'albumen est alors mis à nu, mais les cellules de la périphérie se recloisonnent, subérisent leurs parois. La graine continuant à grossir, le suber déjà formé se fendille; il s'en produit alors un nouveau, auquel succède encore un autre. Ces phénomènes se répètent, jusqu'à ce que la graine a atteint son volume définitif. La pellicule qui l'entoure à sa maturité, appartient donc à l'albumen et non pas au nucelle : il n'y a pas de spermoderme. L'étude de l'embryon dans la graine mûre est réservée au paragraphe suivant.

§ 2. — L'embryon dans la graine mûre.

Dans la graine mûre, l'embryon mesure de 5 à 10 millimètres environ de longueur. Il est à peu près cylindrique : l'une de ses extrémités est conique et correspond à la pointe de la radicule; l'autre extrémité, plus arrondie, est le sommet du cotylédon. L'embryon est plus ou moins arqué et orienté de telle façon que la radicule est dirigée vers la face où se trouve le hile (fig. 5). Des coupes longitudinales montrent que l'hypocotyle est très court; que le cotylédon est au contraire très long; qu'il y a en outre l'ébauche de deux feuilles recouvertes par la gaine du cotylédon (fig. 10 et 11, voyez p. 12).

Coupes transversales :

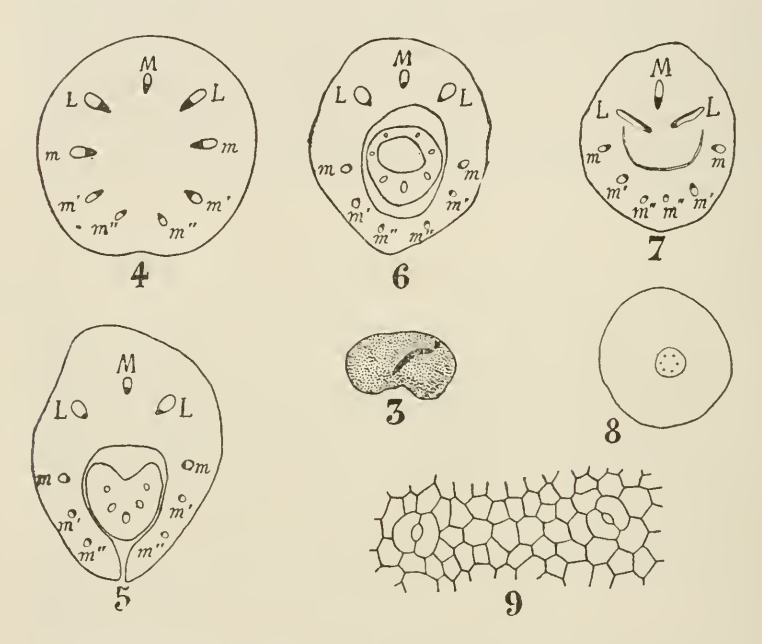
1. Une section pratiquée vers le milieu du cotylédon montre une structure déjà notablement différenciée :

Neuf faisceaux montrant une ou plusieurs trachées et le liber nettement reconnaissables (fig. 4). Parenchyme méatique à grandes cellules contenant beaucoup de suc cellulaire. Épiderme avec de rares stomates complètement formés.

2. Le sommet du cotylédon est arrondi en forme de calotte. Il est garni de nombreux stomates tous ouverts (fig. 9). Les

cellules stomatiques sont presque aussi grandes que dans les plantules âgées de deux ou trois mois.

3. La gaine cotylédonaire est très courte; elle est close et recouvre les feuilles 1 et 2 (fig. 6). Celles-ci sortiront plus tard en élargissant l'étroite fente qui existe entre la gaine et le limbe (fente cotylédonaire) (fig. 5).



Embryon dans la graine mûre. — Fig. 3 : Coupe de la graine montrant l'embryon au sein de l'albumen. — Fig. 4 : Section transversale vers le milieu du cotylédon. — Fig. 5 : Section au niveau de la fente cotylédonaire. — Fig. 6 : Section au niveau de la gaine du cotylédon. — Fig. 7 : Section au niveau du nœud cotylédonaire. — Fig. 8 : Section de la radicule. — Fig. 9 : Épiderme du suçoir.

4. Au nœud cotylédonaire (fig. 7), on retrouve les neuf faisceaux dont six déjà sortis et trois autres L M L au niveau même de leur sortie.

5. L'hypocotyle est très court et encore au stade procambial.

6. La racine principale contient un seul massif central de procambium; on y reconnaît vaguement six pôles ligneux dont le développement sera centripète (fig. 8).

Coupes longitudinales.

Deux principalement sont à considérer :

I. La coupe longitudinale passant par le plan de symétrie de l'embryon, montre les régions suivantes (fig. 10) :

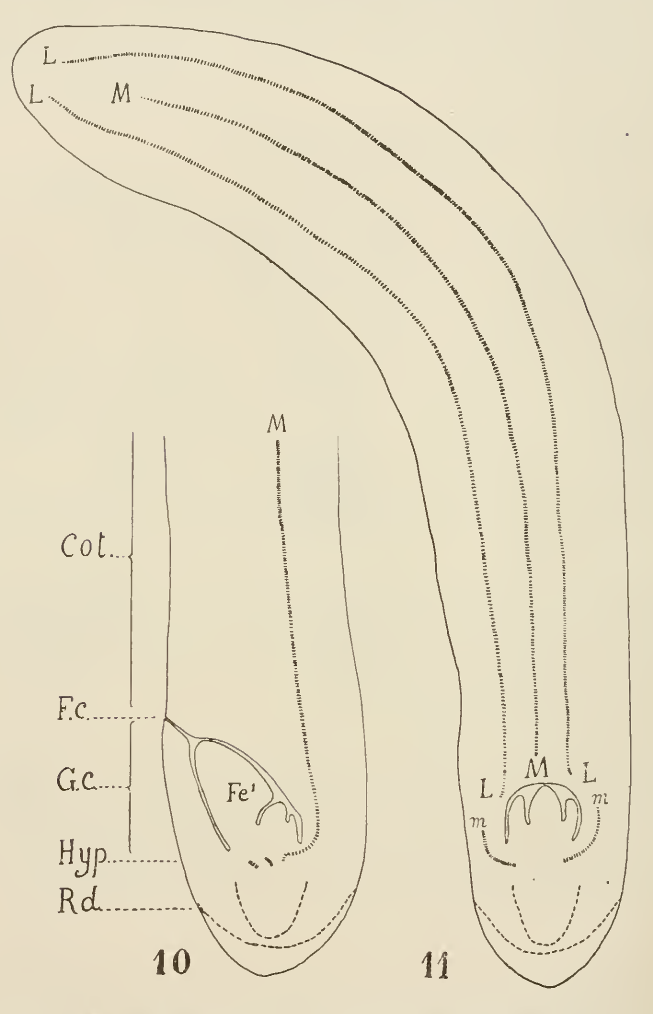
1. L'hypocotyle, extrêmement court;
2. La radicule contenant les histogènes du faisceau, du parenchyme cortical et de la coiffe;
3. La région située entre le nœud cotylédonaire et la fente cotylédonaire (c'est-à-dire la gaine du cotylédon) : elle renferme le sommet végétatif de la tige principale, la feuille [1] dont le sommet est déjà dirigé vers la fente, et la feuille [2];
4. Le corps cotylédonaire, très développé, est cylindrique.

II. La coupe longitudinale perpendiculaire au plan de symétrie, rencontre les mêmes régions; la fente cotylédonaire évidemment n'est pas visible (fig. 11). Par contre, on remarque les trois faisceaux principaux qui aboutissent au sommet et se terminent en pointe libre.

Les coupes longitudinales successives, comme d'ailleurs les coupes transversales, montrent clairement qu'il y a au sommet du cotylédon des stomates nombreux, rapprochés les uns des autres, bien visibles, et qu'ils sont déjà largement ouverts. Partout ailleurs, sur le cotylédon, les stomates sont rares.

L'embryon observé dans la graine mûre, est remarquable par ses dimensions qui dépassent de beaucoup celles de la plupart des embryons monocotylés; par le grand nombre de faisceaux cotylédonaires; par le haut degré de différenciation des tissus : faisceaux avec trachées complètement formées, cellules du parenchyme grandes, contenant beaucoup d'ami-

don, et laissant entre elles des méats pleins d'air; stomates entièrement conformés avec fente ouverte.



Embryon dans la graine. — FIG. 10 : Coupe longitudinale suivant le plan de symétrie de l'embryon. — FIG. 11 : Coupe longitudinale perpendiculaire à la précédente. (Cot. = cotylédon ; F. c. = Fente cotylédonaire ; G. c. = Gaine du cotylédon ; Hyp. = Hypocotyle ; Rd. = Radicule ; Fe^1 = première feuille.)

§ 3. — Structure des plantules.

Caractères extérieurs.

La figure 12 représente une plantule âgée de deux mois et demi. On y remarque un bulbe allongé (4 centimètres environ de longueur et 5 millimètres de diamètre). Ce bulbe est recouvert par la gaine du cotylédon ; il est surmonté du corps cotylédonaire qui n'est que partiellement visible, sa partie supérieure restant toujours emprisonnée dans l'albumen. (Cette partie supérieure du cotylédon est indiquée en pointillé dans la figure 12.)

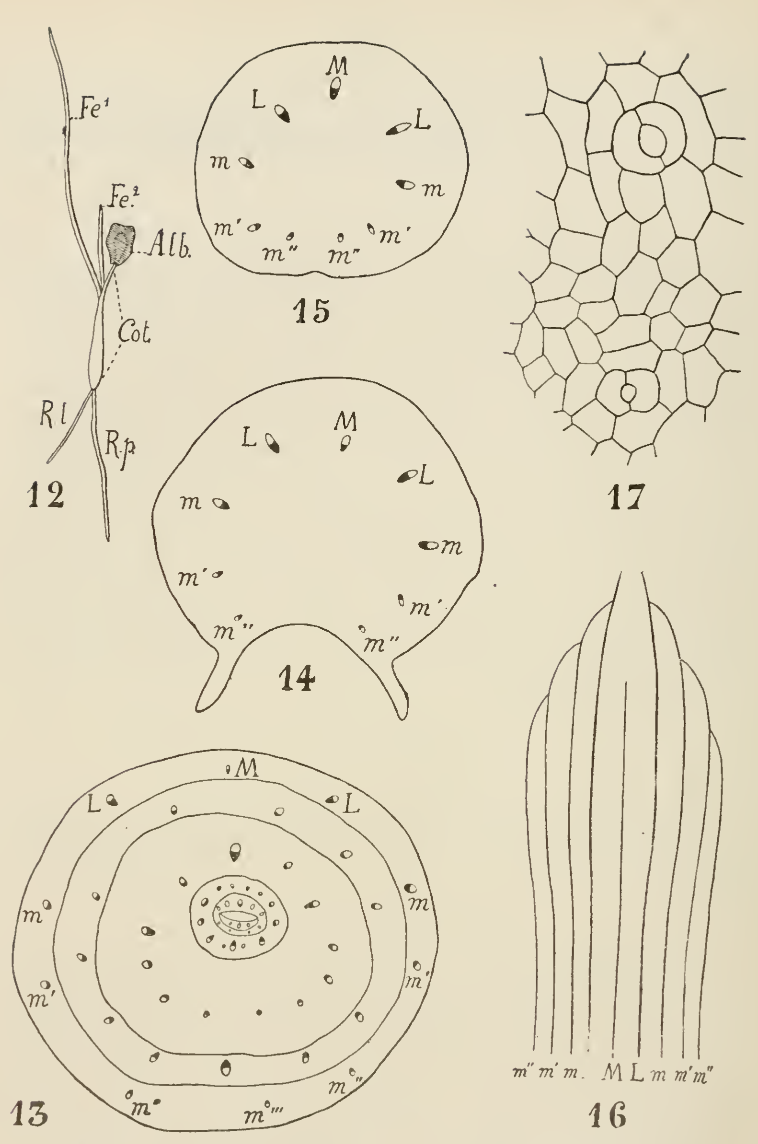
La feuille[1] entièrement développée et la feuille[2] en voie d'allongement sortent du bulbe. L'hypocotyle est tellement court qu'il ne se reconnaît pas extérieurement. Outre la racine principale, une racine latérale est déjà assez développée. La figure 12 montre aussi la graine flétrie, mais non encore complètement vidée.

Caractères anatomiques.

Une section transversale, pratiquée tout à la base du bulbe (fig. 13), montre que la gaine cotylédonaire contient dix faisceaux :

$$m'' \, m' \, m \, \mathrm{LML} \, m \, m' \, m'' \, m'''.$$

Ces faisceaux s'élèvent parallèlement dans toute la longueur de la gaine, puis se rapprochent un peu et passent tous dans le corps cotylédonaire sauf le petit faisceau m''' (fig. 14). Plus haut, vers le milieu de la région libre du cotylédon, la coupe est presque circulaire, présentant pourtant un petit sillon médian à la face interne. Les neuf faisceaux sont disposés en cercle (fig. 15). La région emprisonnée dans la graine montre la même structure jusqu'à un niveau très rapproché du sommet du cotylédon. Dans la partie supérieure du suçoir, la plupart des faisceaux s'anastomosent de la manière représentée par la figure 16.



Plantules. — Fig. 12 : Plantule âgée de deux mois et demi $(\frac{1}{3})$. — Fig. 13 : Section transversale du bulbe montrant la gaine du cotylédon et celles des premières feuilles. — Fig. 14 : Section au niveau de la fente cotylédonaire élargie — Fig. 15 : Section vers le milieu de la partie libre du cotylédon. — Fig. 16 : Parcours des faisceaux dans l'extrémité supérieure du cotylédon. — Fig. 17 : Épiderme du suçoir.

HISTOLOGIE

A. *Le cotylédon.* — Les faisceaux du cotylédon sont d'inégale grosseur : le M n'est pas le plus fort, souvent même il est très petit; les deux L sont gros; les *m, m', m''* sont de taille décroissante.

Le parenchyme ne présente rien de particulier. L'épiderme montre de rares stomates sur la partie libre du cotylédon; ils sont plus nombreux sur sa portion terminale enfermée dans l'albumen; à son sommet leur nombre est encore beaucoup plus grand.

Ces stomates quoique restant au contact de l'albumen sont parfaitement différenciés et largement ouverts (fig. 17). Il ne semble pas cependant qu'ils puissent livrer passage à des gaz, ni servir à la respiration ou à la transpiration. Il y aura donc lieu de rechercher par des expériences dont il sera rendu compte plus loin, s'ils ne sont pas des organes absorbants.

Il est à remarquer aussi que le cotylédon ne se termine pas par un suçoir renflé comme on en voit dans les genres *Phoenix, Tradescantia,* etc. Le cotylédon se termine simplement par une calotte hémisphérique sur laquelle les stomates sont plus rapprochés que partout ailleurs (dix stomates environ par millimètre carré). Les cellules épidermiques de la gaine et de la partie aérienne ont une cuticule épaisse. Celles de la partie emprisonnée à l'intérieur de l'albumen ont une cuticule plus mince. Quant à la forme des cellules épidermiques, elle est partout sensiblement la même; il n'y a pas de cellules prolongées en papilles, comme on en a décrit à la surface de certains suçoirs cotylédonaires. Cette absence de papilles absorbantes semble confirmer l'idée que les produits de la digestion de l'albumen sont réellement absorbés par les stomates.

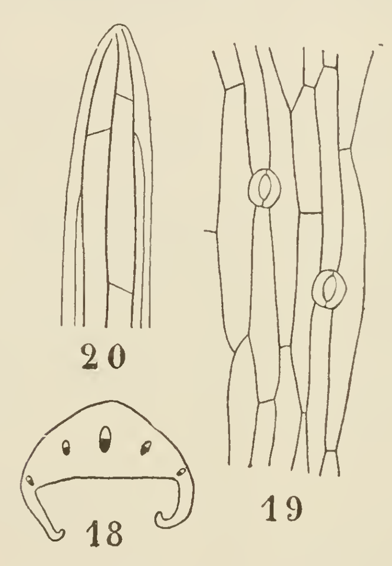
B. *Les feuilles.* — La feuille qui se développe après le cotylédon possède aussi une longue gaine et un limbe, ce dernier

atteignant une douzaine de centimètres de longueur. La gaine contient onze faisceaux (fig. 15) :

$$m'' \; m' \; m \; \mathrm{L} \; i \; \mathrm{M} \; i \; \mathrm{L} \; m \; m' \; m''.$$

Ces faisceaux courent parallèlement dans toute la longueur de la gaine, mais leur nombre se réduit à neuf puis à sept.

La coupe transversale du limbe de cette feuille montre cinq faisceaux (fig. 18). Les stomates ont la même forme que ceux qui se trouvent sur le cotylédon (fig. 19).



Première feuille d'une plantule. — Fig. 18 : Coupe transversale du limbe de la première feuille. — Fig. 19 : Épiderme de cette feuille. — Fig. 20 : Terminaison des faisceaux au sommet du limbe.

La terminaison des faisceaux au sommet de la feuille (fig. 20) montre que les deux faisceaux marginaux *m* se jettent sur les L. Vers le sommet il n'y á donc que trois faisceaux qui se terminent sans s'anastomoser. Le médian se termine par quelques trachées élargies; les latéraux se terminent par une seule trachée.

Dans la feuille² il y a douze ou quatorze faisceaux. La feuille³ en contient au moins quatorze dans la gaine :

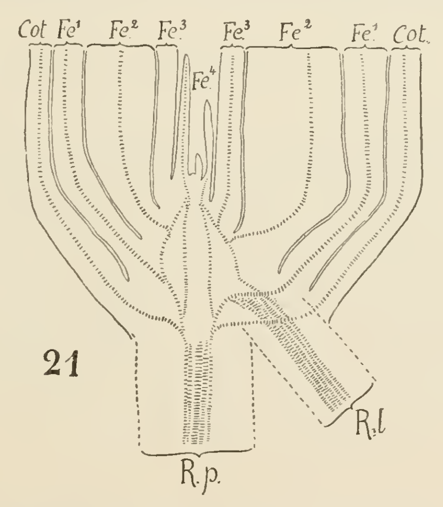
$$m''' \, m'' \, m' \, m \, \mathrm{L} \, i \, \mathrm{M} \, i \, \mathrm{L} \, m \, m' \, m'' \, m''' \, m''''.$$

C. *La racine principale.* — Son faisceau contient six pôles. Ce faisceau ne présente rien de particulier au point de vue histologique; le parenchyme cortical non plus.

D. *La racine latérale* contient huit pôles.

E. *L'hypocotyle.* — Nous savons déjà que l'hypocotyle n'est pas reconnaissable extérieurement, tellement il est court [1].

Pour résumer ce qui précède, il convient de jeter un coup d'œil sur la figure 21 qui représente schématiquement la coupe



Coupe longitudinale schématique d'une plantule. — Fig. 21 : Cot. = cotylédon; fe. ¹, ², ³, ⁴ = les quatre premières feuilles; R. p. = Racine principale; R. l. = racine latérale.

---

[1] Dans un mémoire intitulé : *Recherches anatomiques et éthologiques d'embryologie végétale,* M. le Prof. A. Gravis a fait une étude détaillée de l'hypocotyle et de la région dans laquelle s'établit le contact entre les faisceaux cotylédonaires et le cylindre central de la racine. Il a comparé la structure de cette région à celle de diverses autres Monocotylées.

longitudinale d'une plantule. Ce dessin a été exécuté d'après la série complète des coupes transversales successives pratiquées dans la plantule qui a fait l'objet de la description précédente. Cette coupe nous montre l'insertion du cotylédon et de cinq feuilles; leur emboîtement constitue le bulbe. C'est dans la gaine de la feuille [2], la plus épaisse en ce moment, que les réserves alimentaires et l'eau se sont déposées en majeure partie. Les gaines des feuilles [3], [4], [5], etc., s'épaissiront ultérieurement et deviendront le siège des substances qui seront élaborées plus tard. Au-dessous du méristème de la tige, on reconnaît les faisceaux qui sortent dans les feuilles. (Ils sont représentés par des hachures.) Tout en bas, la racine principale est reconnaissable à partir du nœud cotylédonaire, tandis qu'une racine latérale est insérée au nœud [1].

Variation de la structure des plantules.

Les diverses plantules que nous avons examinées n'étaient pas entièrement semblables; elles différaient assez notablement par le nombre des faisceaux cotylédonaires et par le nombre des pôles de la racine principale. Ces variations proviennent d'une vigueur différente des plantules.

Le poids des graines est très variable; les dimensions de l'embryon varient du simple au double. Il en résulte que, placées dans des conditions semblables, les plantules prennent un développement différent.

CHAPITRE II

PHYSIOLOGIE

§ 4. — Observations sur la pollinisation.

Nous avons vu précédemment que les fruits provenant de fleurs pollinisées naturellement peuvent renfermer un nombre très variable de graines. Certains fruits ne contiennent qu'une seule graine, d'autres en renferment un petit nombre, d'autres encore une dizaine, une vingtaine, parfois même davantage. D'une façon générale, les graines sont d'autant plus volumineuses qu'elles sont moins nombreuses dans un même fruit.

Le nombre de graines que peut porter une même plante varie aussi très notablement d'une année à une autre. D'ordinaire, la plupart des fruits ne contiennent que peu de graines, et celles-ci sont très grosses. D'autres années, la plupart des fruits renferment des graines plus nombreuses mais de médiocre grosseur : dans certains fruits, alors, on peut compter plus de cinquante graines de petite taille [1]. Voici quelques indications à titre d'exemples :

Fruit contenant	1 graine pesant			. . . .	15gr25
—	10 graines pesant en moyenne			. .	5,46
—	23	—	—	. .	3,77
—	40	—	—	. .	2,53
—	52	—	—	. .	1,25

Il est à noter aussi que dans un même fruit se trouvent souvent une ou deux grosses graines, un nombre variable de graines de moyenne grosseur, et généralement plusieurs graines

(1) Dans les trois loges d'un ovaire de *Crinum Capense,* il y a généralement quatre-vingt-dix ovules.

fort petites. A ces dernières on peut appliquer la loi du balancement organique invoquée par Prilleux (voir Historique, p. 6). Mais nous pensons que les ovules qui avortent complètement n'ont pas été fécondés.

Si nous délaissons ce point spécial pour nous occuper seulement des variations du nombre de graines, nous sommes amenés à nous demander comment s'opère la pollinisation. Nous remarquerons d'abord que toutes les fleurs sont fortement penchées par suite de la courbure du tube du périanthe, que les filets des étamines sont courbés de façon à ramener les anthères vers le haut et que le style lui-même est dirigé de façon que le stigmate vient se placer obliquement en dessous des étamines (fig. 22). Une telle disposition rend possible la pollinisation directe à la suite d'une secousse. En effet, en secouant la hampe florale, on peut voir tomber du pollen sur le stigmate. Il y a lieu de faire remarquer que si le pollen est mis en liberté sans que la hampe soit secouée, il ne tombe

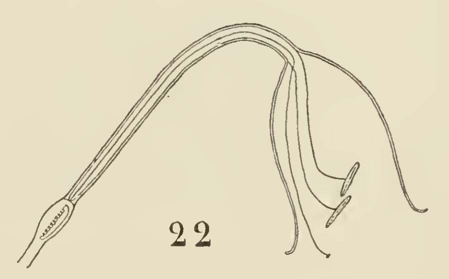


Fig. 22. — Fleur coupée longitudinalement $\left(\frac{1}{3}\right)$.

pas sur le stigmate; l'intervention du vent ou d'un autre agent agissant de même, est donc nécessaire. Mais quelle relation y a-t-il entre ce mode de pollinisation et la variabilité du nombre de graines? Pour être utile la secousse qui projette le pollen doit être faite au moment où le stigmate est nubile. Tout le pollen qui tombe sur le stigmate n'est pas efficace; une grande partie n'y reste pas adhérente parce qu'il ne retient le pollen que lorsque sa surface est visqueuse, ce qui arrive à l'époque à laquelle il est nubile. Il faudra donc que pendant

la courte période durant laquelle la fécondation peut être réalisée, le vent souffle assez violemment pour provoquer la chute du pollen. Dès lors, en prenant en considération, d'une part, que les fleurs s'épanouissent les unes après les autres; et, d'autre part, que les agents atmosphériques (surtout le vent) n'agissent pas toujours avec une égale efficacité, on comprend, aisément, que la quantité de pollen qui tombe sur le stigmate au moment propice puisse être variable d'une fleur à l'autre, et que, par conséquent, le nombre d'ovules fécondés soit différent d'un ovaire à l'autre, et parfois très petit.

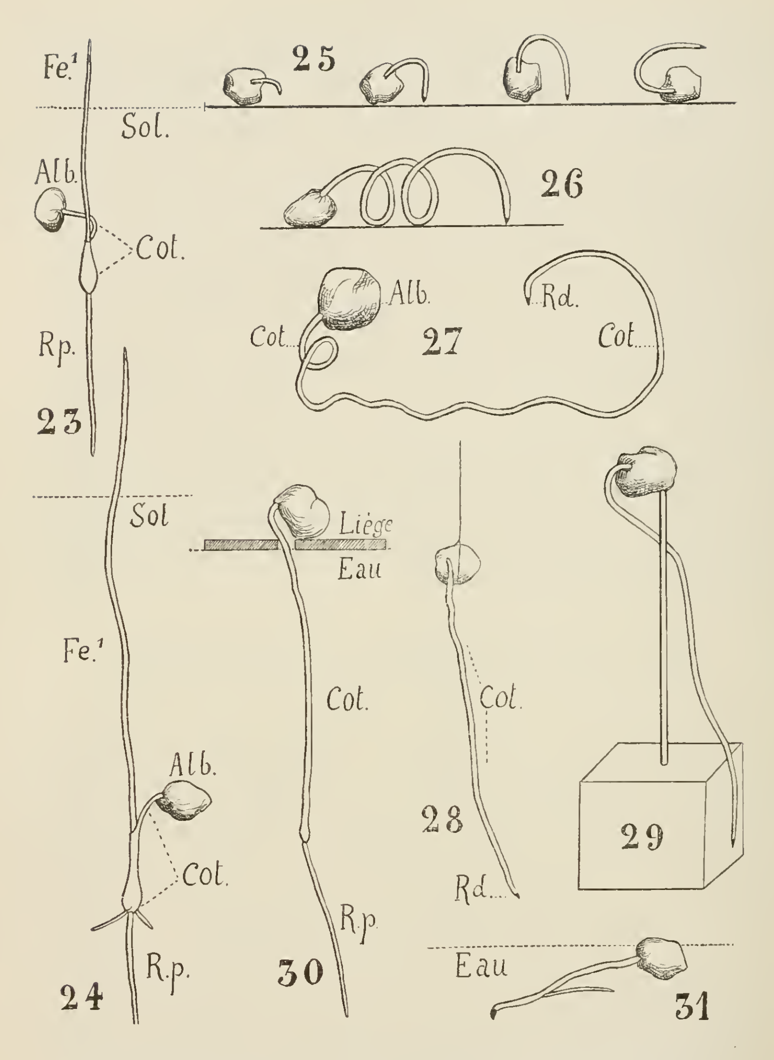
Il est probable que dans son pays d'origine, si pas de nos jours, du moins autrefois, certains insectes intervenaient efficacement dans la pollinisation du *Crinum Capense;* et ainsi s'expliquerait le grand développement, le coloris du périanthe, le parfum et le nectar que sécrètent les glandes septales. Il ne semble pas qu'en Europe cette plante reçoive la visite d'insectes capables de la polliniser.

§ 5. — Observations sur la germination.

La germination des graines du *Crinum Capense* se produit constamment quelques jours après leur dissémination. Ces graines ont un albumen charnu, gorgé d'eau, qui leur permet de germer dans un milieu absolument sec. Grâce à cette particularité, on a pu placer des graines dans des conditions très différentes les unes des autres, conditions qui ont eu un contrecoup marqué sur la manière d'être des plantules. Les expériences ont porté sur un très grand nombre de graines afin d'éliminer les particularités qui pourraient résulter de causes accidentelles. Toutes les descriptions qui vont suivre ont été faites d'après des plantules âgées de quatre à cinq semaines.

A. — Germination en terre.

Lorsqu'une graine est recouverte d'une mince couche de terre (5 centimètres environ), le cotylédon reste assez court; sa gaine se renfle de bonne heure pour former le bulbe; la



Germination $\left(\frac{1}{3}\right)$. — Fig. 23 : Graine placée à une faible profondeur en terre. — Fig. 24 : Graine profondément enterrée. — Fig. 25 et 26 : Graines germant à la surface du sol. — Fig. 27 : Graine germant sur la table du laboratoire. — Fig. 28 : Graine suspendue à un fil. — Fig. 29 : Graine fixée à un support rigide. — Fig. 30 : Graine maintenue par un flotteur à la surface de l'eau. — Fig. 31 : Graine flottant librement à la surface de l'eau.

racine principale et la feuille [1] se développent normalement (fig. 23).

Lorsque la graine est enfouie plus profondément (à 15 centimètres sous la surface du sol), le développement se fait comme dans le cas précédent, sauf que la feuille [1], ayant à traverser une plus grande épaisseur de terre, doit s'allonger considérablement (fig. 24).

B. — Germination a la surface du sol.

Suivons le développement à partir du début de la germination. Après avoir percé l'albumen, le cotylédon s'incurve vers le bas, s'allonge, touche le sol, et par ce fait repousse la graine. Celle-ci, d'abord dérangée de sa position première, finit par culbuter (fig. 25), entraînant avec elle le cotylédon. Mais la région inférieure de ce dernier, qui est douée de géotropisme positif, se dirige de nouveau vers le bas en s'allongeant, et le même phénomène se reproduit. Il peut en résulter une série de culbutes; le cotylédon s'accroissant au point de mesurer 2 décimètres de longueur, s'est enroulé assez régulièrement en hélice (fig. 26). D'autres fois, quand par suite d'une forme moins régulière, la graine est renversée successivement dans différents sens, ou oscille sans se renverser, le cotylédon décrit des sinuosités irrégulières et traîne sur le sol.

Il peut arriver que la grande longueur du cotylédon et les sinuosités qu'il décrit constituent une cause de stabilité suffisante : l'extrémité inférieure du cotylédon pénètre en terre. Alors seulement la racine principale commence à se développer et à s'enfoncer régulièrement dans le sol. Le bulbe ensuite ne tarde pas à se renfler.

Mais très souvent la plantule manquant de stabilité ne parvient pas à pénétrer en terre. En ce cas, la gaine du cotylédon s'épaissit un peu et forme un mince bulbe qui n'a pas de racine, et qui passe immédiatement à l'état de vie latente. Si l'expérience est faite chez nous en plein air, ce petit bulbe est exposé aux intempéries de l'hiver et périt. Si l'expérience est réalisée

à l'abri des gelées, le bulbe peut entrer en végétation au retour de la bonne saison.

En résumé, les graines germant à la surface d'un sol complètement nu manquent de stabilité, et cette circonstance suffit pour modifier considérablement le développement des plantules.

C. — Germination dans l'air sec.

1. *Graines déposées sur la table* (fig. 27). — Les conditions sont fort semblables à celles de l'expérience précédente. Elles en diffèrent pourtant, par l'instabilité encore plus grande de la graine et par l'impossibilité absolue, pour la région inférieure du cotylédon, de s'enfoncer dans le substratum.

Le cotylédon mesure de 20 à 30 centimètres; il est enroulé en hélice ou irrégulièrement sinueux. Il n'y a ni bulbe ni racine.

2 *Graines suspendues à l'extrémité d'un fil* (fig. 28). — Stabilité relative. La graine ne peut plus culbuter, mais elle peut osciller. Le cotylédon s'allonge un peu moins que dans le cas précédent (15 à 20 centimètres). Il est presque rectiligne; un peu incliné du côté opposé à la lumière incidente, sous l'action de l'héliotropisme négatif de sa région inférieure. Ni bulbe ni racine.

3. *Graines fixées à un support rigide* (fig. 29). — Même manière d'être. Action plus marquée de l'héliotropisme négatif.

D. — Germination dans l'eau.

1. *Graines maintenues à la surface de l'eau au moyen d'un flotteur* (fig. 30). — Il est à noter que ces graines sont fixes. Le cotylédon mesure une quinzaine de centimètres, la racine une dizaine de centimètres. Le bulbe ne s'est pas développé [1].

2. *Graines flottant librement à la surface de l'eau* (fig. 31). — En vue de cette expérience, on a choisi des graines moins

---

[1] En prolongeant l'expérience, on a constaté la formation d'un bulbe allongé.

denses que l'eau. Elles ont été jetées dans un aquarium où elles flottaient donc librement, sans aucun point d'appui, pouvant osciller en tous sens avec la plus grande facilité.

Le cotylédon ne mesure que 6 à 8 centimètres; la feuille [1] en mesure 4 à 5 (dans l'expérience précédente, elle n'avait pas encore commencé son développement). La racine n'atteint que quelques millimètres et forme un crochet dirigé vers le bas. L'axe de la plantule est horizontal. Quand les plantules sont âgées de six semaines, leur racine atteint une dizaine de centimètres.

3. *Graines complètement immergées.* — Il s'agit de graines plus denses que l'eau et d'autres moins denses, qui ont été maintenues immergées au moyen d'un poids. Ces graines germent très tardivement et à des intervalles considérables.

E. — Résultats des expériences.

Les plantules obtenues dans les diverses expériences décrites ci-dessus, ont été tenues en observation pendant plusieurs mois. Dans l'énoncé qui va suivre, nous tiendrons compte de la façon dont elles se sont comportées pendant toute la durée de nos observations.

Il est à présumer qu'eu égard à leur grosseur, les graines du *Crinum Capense* ne sont pas enfouies en terre : dans les conditions naturelles, elles restent donc à la surface du sol, exposées à la lumière, souvent privées de l'humidité qui est nécessaire à la germination des graines en général.

Ce qui confirme cette hypothèse, c'est l'étonnante adaptation des graines de *Crinum* à de semblables conditions de germination. Elles possèdent, en effet, une particularité, bien rare, qui leur permet de se passer, lors de la germination, de l'humidité du milieu ambiant. Elles ont, en effet, un albumen volumineux, charnu, gorgé de liquide, protégé contre la dessication par une pellicule de suber très efficace, comme le prouvent les graines qui n'étaient que faiblement ridées après avoir séjourné pendant deux mois sur une table, dans un laboratoire où l'air était très sec.

Mais un autre danger résulte du fait que les graines ne sont pas recouvertes de terre : c'est leur peu de stabilité, qui permet la culbute des plantules. Dans ces conditions, la région inférieure du cotylédon ne peut s'enfoncer directement dans le sol ; elle est constamment déplacée de la direction que son géotropisme positif tend à lui faire prendre. La racine en serait donc réduite à se développer dans l'air souvent sec, donc dans un milieu incompatible avec son fonctionnement. Cela n'arrive pas. La racine ne se développe pas dans ce milieu défavorable, mais le cotylédon s'allonge considérablement, au point que sa longueur même peut constituer une cause de stabilité pour la plantule. D'autres fois, une stabilité suffisante provient du fait que la graine est maintenue en place par les aspérités du sol ou les feuilles mortes qui le couvre. C'est seulement lorsque la région inférieure du cotylédon a pu pénétrer dans une terre assez humide que la racine principale peut commencer son développement, bientôt suivi de celui des racines latérales (1).

§ 6. — Développement de la racine principale.

Il est établi, par plusieurs des expériences précédentes, que l'accroissement de la radicule est toujours tardif. D'autres expériences ont été réalisées en vue de déterminer quels sont les facteurs qui provoquent ou retardent cet accroissement. Elles ont été effectuées au moyen de plantules âgées d'une quinzaine de jours et provenant de graines ayant germé sur la table du

---

(1) La pénétration de la racine principale en terre est facilitée par l'intervention d'une couronne de poils fixateurs spéciaux qui, sous l'influence de l'humidité, prennent naissance à la surface de l'*hypocotyle*. Ces poils, qu'il ne faut pas confondre avec les poils radicaux, ont été découverts par M. le Prof. A. Gravis qui fera connaître leurs particularités morphologiques et physiologiques dans un prochain mémoire intitulé : *Recherches anatomiques et éthologiques d'embryologie végétale*. Une analyse de ce mémoire paraîtra dans le volume VI des « Archives de l'Institut botanique ».

(Note ajoutée pendant l'impression.)

laboratoire dans l'air sec. Le cotylédon seul s'était allongé et mesurait une dizaine de centimètres de longueur; la radicule n'était pas plus longue qu'au sortir de la graine, c'est-à-dire qu'elle mesurait moins de 1 millimètre.

1. *Plantules déposées sur du sable sec.* — Bien que l'extrémité inférieure du cotylédon ait été enfouie à 1 centimètre de profondeur dans le sable, afin de lui donner une fixité suffisante, il a été constaté, un mois après, que la racine principale n'avait pas encore commencé son développement.

2. *Plantules déposées sur du sable humide.* — Placées comme les précédentes, ces plantules possédaient, après quinze jours, une racine principale longue de 1 centimètre déjà. L'influence de l'humidité est donc manifeste.

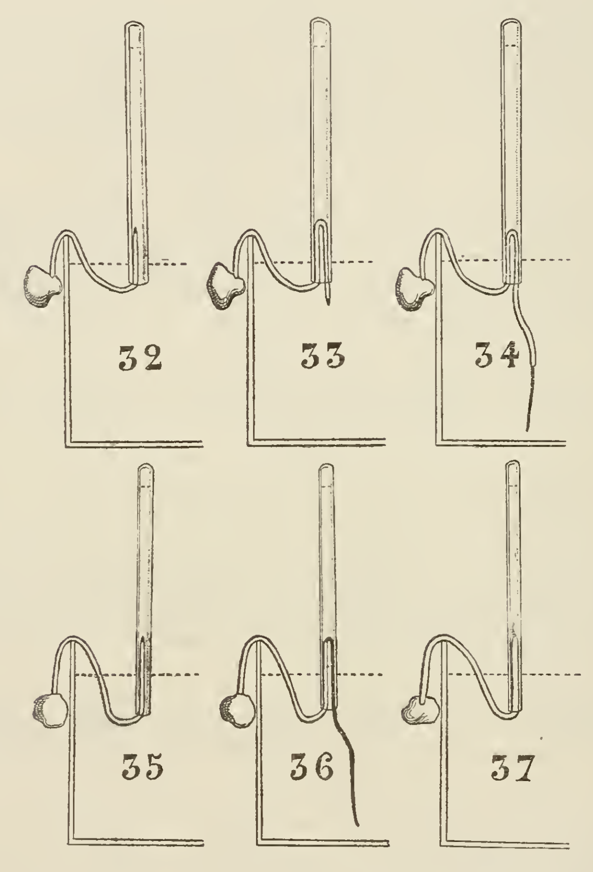
3. *Plantules suspendues dans l'air humide.* — Sous une cloche dont l'atmosphère est saturée d'humidité, la racine principale ne tarde pas à s'allonger et à se couvrir de poils absorbants.

4. *Plantules au contact de l'eau liquide.* — Les graines en germination ont été déposées sur une lame de liège flottant à la surface de l'eau de façon que la région inférieure du cotylédon seule fut immergée. Dans ces conditions, la racine principale prend un rapide développement.

5. *Plantules dont la région inférieure est maintenue verticalement vers le haut.* — Il n'est pas facile de maintenir, pendant quelques jours, la région inférieure du cotylédon dans une position verticale, la radicule étant tournée en haut. Par suite de son géotropisme positif, le cotylédon se courbe et ramène son extrémité inférieure vers le bas avant que la radicule ait manifesté le moindre accroissement, même si on opère dans les conditions les plus propices au développement de la racine, c'est-à-dire en plaçant l'extrémité inférieure du cotylédon dans l'eau. La figure 32 représente le dispositif qui a donné les meilleurs résultats. L'extrémité inférieure de la plantule a été

introduite dans un tube en verre, fermé au bout supérieur et rempli d'eau.

Les résultats ont été quelque peu différents et en corrélation avec le diamètre du tube employé et la grosseur du cotylédon.



Germination $\left(\frac{1}{3}\right)$. — Fig. 32 à 37 : Plantules disposées de façon que l'extrémité inférieure du cotylédon soit verticalement dans l'eau, la radicule tournée vers le haut.

Tube de 5 millimètres de diamètre (fig. 32). — Le cotylédon a continué à s'allonger, mais il s'est recourbé en formant un coude qui lui a permis de s'accroître vers le bas; il

est sorti du tube (fig. 33) et, après quelques jours, la racine a commencé à se développer. La figure 34 représente une plantule, trois semaines après la mise en expérience. Le géotropisme positif du cotylédon est bien évident.

Tube de 3 millimètres de diamètre (fig. 35). — Le diamètre est trop faible pour permettre au cotylédon de se recourber. Dans certains cas, une mince racine a pris naissance, s'est repliée en formant un coude semblable à celui du cotylédon, dans l'expérience précédente; elle s'est frayé un passage entre le cotylédon et la paroi, et finalement s'est développée à l'extérieur (fig. 36).

Dans d'autres cas, la racine n'a pas trouvé l'espace nécessaire pour se recourber. Elle n'a pu s'allonger que de 4 à 5 millimètres en formant un commencement d'hélice (fig. 37).

6. *Plantules suspendues à un fil.* — La région inférieure du cotylédon était seule immergée dans l'eau. L'expérience a été faite à la lumière et à l'obscurité.

Les plantules placées à l'obscurité ont toutes développé leur racine plus rapidement que celles exposées à la lumière.

Résultats des expériences.

Il résulte des expériences qui précèdent qu'au point de vue du développement de la racine principale, l'humidité est un facteur indispensable, l'obscurité, un facteur favorable mais non nécessaire.

La racine principale manifeste aussi un géotropisme positif intense dès le début de sa formation. Elle ne se développe même pas du tout quand elle est dans l'impossibilité de se diriger vers le bas.

Dans le *Crinum Capense,* l'apparition de la racine principale est toujours tardive, même dans les conditions naturelles les plus favorables. Contrairement à ce que l'on voit d'ordinaire chez les autres plantes, c'est le cotylédon qui sort le premier de la graine.

§ 7. — Croissance intercalaire du cotylédon et influence des agents extérieurs sur cette croissance.

A diverses reprises, nous avons pu constater l'énorme allongement du cotylédon et la direction verticale vers le bas qu'il tend toujours à prendre. Il y a lieu de se demander si cet allongement se fait dans toute la longueur du cotylédon, ou bien si une région est plus spécialement le siège de l'accroissement intercalaire.

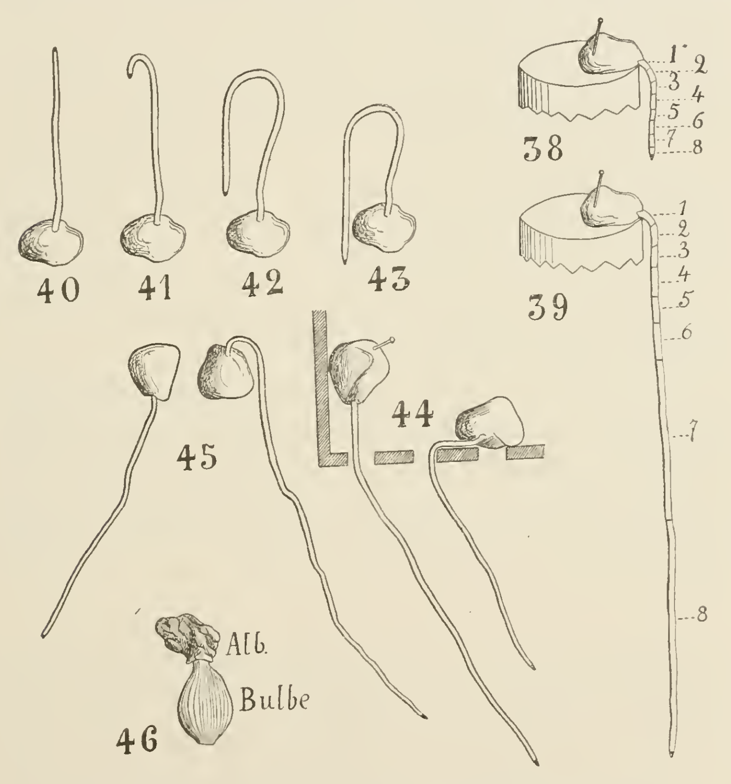
Dans une première catégorie d'expériences, on a enlevé, de la région inférieure du cotylédon, une portion plus ou moins longue, supprimant donc du même coup la radicule. Les graines ont été piquées sur une lame de liège de façon que la surface de section fut dirigée vers le haut.

Lorsque la partie enlevée mesurait seulement 1 millimètre, le cotylédon a continué de s'accroître de 1 centimètre environ, en dirigeant, après courbure, son extrémité libre vers le bas. Quand on a enlevé 5 millimètres du cotylédon, les plantules mutilées ont cessé de s'accroître et n'ont plus manifesté le moindre géotropisme positif.

Il ressort de ces expériences que la croissance du cotylédon et son géotropisme sont localisés dans sa partie inférieure, sur une courte longueur. Cette dernière ne peut être déterminée que très approximativement par des expériences comme celles dont il vient d'être fait mention. Il est évident, en effet, que la blessure doit amoindrir considérablement la vitalité de la région voisine de la surface de section. D'ailleurs, voici, pour ce qui concerne l'allongement du cotylédon, une expérience plus concluante :

Il s'agit de plantules âgées de quelques jours, qui ont germé sur la table, dans le laboratoire ; leur cotylédon mesure de 4 à 6 centimètres de longueur. On y a fait des marques à l'encre de Chine de demi en demi centimètre de distance, puis les graines ont été fixées à un support convenable, de façon que la plantule puisse librement s'accroître vers le bas, dans l'air.

La figure 38 montre une des plantules au moment de la mise en expérience. Son cotylédon mesurait extérieurement 4 centimètres : des traits à l'encre de Chine ont été tracés à distance de 5 millimètres les uns des autres de façon à délimiter huit segments. Le segment le plus proche de la graine porte le n° 1. Des mensurations ont été faites quotidiennement, aussi longtemps que le cotylédon a continué de s'accroître, c'est-



Germination $\left(\frac{1}{3}\right)$. — Fig. 38 et 39 : Expérience sur la croissance intercalaire du cotylédon. — Fig. 40 à 43 : Expérience sur le géotropisme. – Fig. 44 et 45 : Expériences sur le phototropisme (dans l'expérience représentée par la figure 44, la lumière venait obliquement du côté gauche ; dans celle de la figure 45, la lumière venait verticalement d'en bas). — Fig. 46 : *Crinum Mac Owani*, graine enfouie dans du sable sec et retrouvée deux ans et demi après.

à-dire pendant un mois. La figure 39 représente la plantule à la fin de l'expérience : le segment n° 1 ne s'est allongé que de 1 millimètre; les segments n° 2 et n° 3 chacun de 3 millimètres; les segments n° 4 et n° 5 chacun de 6 millimètres; le segment n° 7 s'est accru, pendant les premiers jours, de 5 à 6 millimètres journellement, puis l'allongement a été de plus en plus lent; enfin quand ce segment a atteint 50 millimètres, sa croissance s'est arrêtée. Le segment n° 8 s'est allongé moins rapidement que le précédent au commencement de l'expérience; mais, après quelques jours, l'accroissement s'est accéléré et n'a cessé que lorsque le segment mesurait 95 millimètres.

Ces constatations prouvent donc bien que l'allongement du cotylédon résulte de l'accroissement intercalaire d'une région voisine de sa partie inférieure, et que cette région de maximum d'allongement est de faible étendue.

Abordons maintenant la question de l'influence des agents extérieurs sur la croissance du cotylédon.

1. *Géotropisme.* — Le géotropisme positif du cotylédon est suffisamment établi par plusieurs des expériences relatées précédemment. Quant au siège de ce géotropisme, il se trouve principalement dans la région inférieure du cotylédon, mais la courbure qui s'y manifeste d'abord peut se déplacer ensuite vers la région moyenne, comme le prouve l'expérience suivante :

De grosses graines ont été déposées, dans l'obscurité, à l'orifice de flacons vides, le hile étant tourné vers le bas. Le cotylédon s'est allongé verticalement dans le flacon. Lorsqu'il eut atteint 7 ou 8 centimètres, la plantule a été retournée, fixée au moyen de deux épingles, comme l'indique la figure 40, et maintenue dans l'obscurité. Vingt-quatre heures plus tard, une courbure en demi-cercle s'était produite dans la région voisine de la radicule (fig. 41). Les jours suivants, il y eut non seulement allongement du cotylédon vers le bas, mais encore déplacement de la courbure comme on peut le constater dans les figures 42 et 43.

L'explication de ce phénomène semble résulter des considérations suivantes :

La courbure géotropique se produit d'abord dans la région du maximum de croissance intercalaire, c'est-à-dire dans la région du cotylédon la plus voisine de la radicule. La courbure géotropique se manifeste ensuite et successivement dans les régions dont la croissance est de moins en moins rapide, c'est-à-dire dans les régions de plus en plus éloignées de la radicule. La courbure géotropique, enfin, s'efface dans les régions où elle s'est produite d'abord, parce que ces régions sont graduellement amenées en dehors de la verticale, et alors la gravitation défait ce qu'elle a fait.

Quoi qu'il en soit, on comprend combien ce phénomène est utile à une plantule qui, se développant à la surface du sol, se trouve brusquement retournée par une culbute comme nous l'avons expliqué plus haut (p. 25). Dans cette circonstance, la radicule est ramenée près du sol, non seulement par la croissance de haut en bas du cotylédon, mais encore par le déplacement simultané de la courbure géotropique.

Quelques expériences ont été faites aussi en fixant, dans diverses positions, des graines sur le disque tournant verticalement d'un clinostat. Les cotylédons se sont développés indifféremment dans une direction quelconque sans manifester de courbure.

2. *Phototropisme.* — Lorsqu'une graine est fixée au moyen d'épingles sur la partie verticale d'un châssis de fenêtre à l'intérieur du laboratoire, le cotylédon s'allonge en descendant, mais il s'incline du côté de l'ombre.

On peut disposer l'expérience autrement. Plusieurs graines sont fixées à divers niveaux dans une petite boîte tapissée intérieurement de papier noir; le fond de cette boîte est percé de trous. La boîte elle-même est suspendue devant une fenêtre, le plus haut possible, de façon à être éclairée obliquement par en dessous. Lorsque les graines germent, leurs cotylédons sortent par les trous du fond et descendent obliquement dans

l'air en se dirigeant vers l'intérieur de l'appartement (fig. 44). La déviation est variable selon l'intensité de la lumière.

D'autres graines encore ont été fixées dans une sorte de petite armoire placée sur la tablette d'une fenêtre et éclairée au moyen d'un miroir incliné de façon à y faire pénétrer la lumière verticalement de bas en haut [1]. Malgré cet éclairage tout à fait anormal, les cotylédons se sont allongés vers le bas, mais en se dirigeant obliquement vers les parties les plus sombres de la petite armoire (fig. 45).

Le phototropisme négatif du cotylédon du *Crinum Capense* est donc toujours moins intense que son géotropisme positif. Dans les conditions naturelles, l'influence de la lumière et celle de la gravitation agissent d'ailleurs à peu près dans le même sens et s'ajoutent l'une à l'autre pour amener la radicule au contact du sol.

3. *Influence de la chaleur et de la lumière.* — Comme on devait s'y attendre, la température de notre pays en août et en septembre n'est pas celle qui convient le mieux au développement du *Crinum Capense.* Une chaleur plus élevée hâte la germination et active l'accroissement de la plantule. Le cotylédon s'allonge plus vite et atteint une longueur de 30 centimètres lorsque la température est portée à 25° pendant quelques heures chaque jour. Lorsque la température ne dépasse jamais 20°, le cotylédon mesure seulement une dizaine de centimètres. Dans les deux cas auxquels il est ici fait allusion, la germination s'était produite à l'air dans l'obscurité. Au-dessous de 18°, l'accroissement du cotylédon cesse à peu près complètement.

Lorsque le cotylédon est normalement exposé à la lumière du jour, il verdit et par suite la fonction d'élaboration s'établit dans toute la partie aérienne. Cette fonction concourt à pro-

---

(1) Voir A. Gravis, *Exercices et Traité de botanique.* Gand, J. Vanderpoorten, 1912, p. 471.

voquer l'allongement si utile du cotylédon lorsque l'enracinement s'effectue difficilement.

4. *Effet des conditions défavorables à la végétation.* — Lorsque la plantule rencontre des circonstances très défavorables à sa végétation (froid, obscurité, sécheresse), le cotylédon s'allonge peu, la racine principale ne se forme pas, l'albumen diminue de volume en se ridant fortement : l'eau et les réserves alimentaires qu'il contenait vont s'accumuler dans la gaine du cotylédon qui se renfle très lentement en formant un bulbe mince, de forme allongée. Après quoi, la plantule passe à l'état de vie latente, attendant des conditions meilleures.

C'est ce que l'on voit ordinairement après une couple de mois lorsque des graines ont germé sur la table du laboratoire ou sur la terre au jardin.

Une expérience bien curieuse a été réalisée accidentellement au moyen d'une très grosse graine de *Crinum Mac Owani.* Sitôt après sa maturité, à la fin d'octobre, cette graine avait été déposée dans du sable sec, conservée dans une chambre noire non chauffée et oubliée... Lorsqu'elle fut retrouvée deux ans et demi après, elle était dans l'état que voici : contre la graine complètement ridée et desséchée, s'était formé un bulbe long de 30 millimètres, épais de 25 millimètres. Le cotylédon ne s'était allongé que de la quantité strictement nécessaire à la formation du bulbe; la racine principale, les racines latérales et les premières feuilles ne s'étaient pas développées (fig. 46). Le bulbe paraissant encore vivant a été placé dans du *Sphagnum* humide dans une serre modérément chauffée. Il n'a pas tardé à entrer en végétation après avoir attendu pendant plus de deux ans à l'état de repos complet!

§ 8. — Rôle des stomates situés sur le suçoir.

Nous avons déjà parlé précédemment de l'existence de stomates sur le suçoir cotylédonaire, c'est-à-dire sur la partie du cotylédon renfermée dans l'albumen. Ils sont très nombreux

(dix par millimètre carré), avons-nous dit, sur la calotte hémisphérique du sommet; plus bas leur nombre diminue considérablement.

La présence de stomates sur un organe qui est destiné à rester inclus dans l'albumen, à ne jamais venir en contact direct avec l'atmosphère, est tout à fait exceptionnelle. Il semble qu'une fonction nouvelle est dévolue à ces stomates.

Leur situation, en effet, écarte, de prime abord, l'idée d'échanges gazeux entre le suçoir et l'albumen dans lequel il est emprisonné. D'ailleurs, on peut constater que les stomates dont il s'agit, ne fonctionnent pas comme des stomates aérifères : ils ne peuvent s'ouvrir ni se fermer suivant le degré de turgescence des cellules stomatiques. Des lambeaux d'épiderme vivant ont été traités par des solutions titrées de nitrate de potasse dont la concentration a varié de 0,5 à 25 %; en aucun cas la fente stomatique n'a changé de diamètre, alors même que la plasmolyse des cellules stomatiques s'est produite. D'autre part, on ne peut admettre qu'il s'agisse ici de stomates aquifères permettant à l'eau en excès dans l'embryon de sortir sous forme de gouttelettes liquides. Loin de contenir trop d'eau, l'embryon doit en absorber beaucoup, comme le prouve la germination des graines placées sur une table, dans un laboratoire où l'air est sec. Nous avons vu que c'est dans ces conditions surtout que le cotylédon s'allonge démesurément, et c'est uniquement dans l'albumen que l'embryon peut puiser l'eau nécessaire à cet énorme accroissement. Comment le fait-il ? Précisément par l'intermédiaire du suçoir sur lequel se trouvent les stomates. Et dès lors, ces derniers ne serviraient-ils pas plutôt à absorber l'eau et les matières dissoutes contenues dans l'albumen? De multiples expériences ont été faites dans le but de répondre à cette question. Sans entrer dans les détails, voici les procédés mis en œuvre et les résultats d'ensemble :

On a expérimenté sur des plantules qui avaient germé sur une table; elles étaient âgées de cinq à trente jours et leur cotylédon mesurait de 5 à 20 centimètres de longueur. Quel-

ques-unes d'entre elles ont servi à l'expérience suivante : l'albumen a été enlevé par petits morceaux de façon à mettre à nu toute la surface du suçoir ; celui-ci a été plongé pendant un temps plus ou moins long dans un bain colorant (violet de Russie, éosine, action successive du tanin et du chlorure ferrique). Chez d'autres, le suçoir n'a pas été extrait de l'albumen, mais des piqûres de matières colorantes ont été faites dans l'albumen dans le but de permettre à la couleur de diffuser et d'arriver jusqu'au suçoir.

Voici maintenant les résultats les plus probants, reposant sur un grand nombre de constatations : vu extérieurement, le sommet du suçoir apparaît toujours plus coloré que le reste. Des lambeaux d'épiderme arrachés de ce sommet et examinés de face, au microscope, montrent les cellules épidermiques ordinaires faiblement colorées; les cellules stomatiques, au contraire, sont toujours très foncées et leur coloration est la plus intense sur les parois bordant la fente des stomates. Si l'on examine des portions d'épiderme arrachées plus bas sur le suçoir, le degré de coloration des cellules stomatiques est le même, mais comme ces dernières sont beaucoup moins nombreuses que sur le sommet, il est compréhensible que l'épiderme paraisse moins coloré.

Des coupes transversales ont été pratiquées à différents niveaux dans le suçoir, et leur observation confirme ce qu'on pouvait déjà augurer par le simple examen de l'épiderme vu de face. Les coupes faites dans le sommet paraissent entièrement colorées, la coloration diminuant d'intensité de la périphérie vers le centre. La matière colorante est surtout localisée dans les parois des cellules; leur contenu est à peu près incolore. Certaines coupes ont été faites juste au niveau de grands méats et elles nous permettent de constater un fait qui, tout en confirmant le rôle nouveau que semblent remplir les stomates, aurait comme corollaire une fonction nouvelle des méats. Certains de ces derniers sont, en effet, remplis de matière colorante et les parois qui les bordent sont particulièrement colorées. Ce même fait a d'ailleurs été observé dans des coupes pratiquées

plus bas dans le suçoir. Dans ces dernières, l'épiderme et seulement une ou deux assises de cellules périphériques du parenchyme étaient colorées; tout le reste était incolore, sauf les trachées qui, parfois, étaient rattachées à la zone colorée externe par une traînée de matière colorante, localisée dans un méat.

Avant de tirer les conclusions des faits observés, remarquons qu'il n'y a aucune raison de supposer que le suc cellulaire de l'albumen, tenant en solution les matières de réserve, soit absorbé d'une autre façon que les matières colorantes dont nous nous sommes servi : nous supposons donc que l'absorption se fait de la même manière dans les deux cas.

Cela étant, il semble qu'il faille considérer comme suçoir toute la partie du cotylédon qui reste enfermée dans l'albumen. Mais l'absorption n'est pas également active partout. Elle se fait lentement, par osmose à travers les membranes des cellules épidermiques; elle se fait bien plus rapidement, par diffusion, aux endroits correspondants aux stomates. Cela ressort clairement de la coloration intense que prend le suçoir dans la région où les stomates sont les plus nombreux, c'est-à-dire à son sommet. Cela ressort surtout de la coloration très foncée qui se manifeste dans le voisinage des stomates. L'absorption est encore activée par la circulation qui se fait dans certains méats. Nous comprenons d'ailleurs aisément la présence de matière colorante dans ces derniers, vu qu'ils communiquent par l'intermédiaire des stomates avec le milieu dans lequel se trouve le suçoir.

Chez toutes les plantes, les méats intercellulaires sont normalement remplis d'air. Malgré leur faible diamètre, l'eau n'y pénètre jamais par capillarité, même lorsqu'on plonge dans l'eau une coupe très mince faite dans un tissu vivant. Il semble donc que les parois des méats ont la propriété d'extraire les gaz dissous dans un liquide (suc cellulaire) et de les faire passer à l'état gazeux. Or dans le suçoir du *Crinum Capense*, nous trouvons une exception, bien rare semble-t-il, qui consiste dans la présence de liquide dans certains méats. D'autres méats voisins sont encore remplis d'air. Il y a donc dans ce cas une modifi-

cation, véritable adaptation, de certains méats à une fonction nouvelle qui est la circulation du liquide absorbé au dehors. Cette adaptation est d'ailleurs corrélative à celle des stomates du suçoir qui, comme il semble établi par les constatations précédentes, sont devenus des organes absorbants.

CONCLUSIONS

Les organes floraux du *Crinum Capense* sont disposés de façon à permettre la pollinisation directe à la suite de chocs imprimés à la tige florifère par le vent. L'efficacité de cette disposition semble assez variable et cela nous amène à penser que le nombre souvent très restreint des graines, leur grosseur et leur mode de germination si exceptionnel ne sont peut-être que des conséquences lointaines d'une pollinisation incomplète, en ce sens qu'un petit nombre de grains de pollen parviennent aux stigmates. Lorsqu'un ou deux ovules seulement sont fécondés, ils prennent un développement considérable : l'embryon est volumineux et l'albumen est le siège d'une énorme prolifération de cellules. Celles-ci restent gorgées de liquide et permettent une germination immédiate de l'embryon qui est lui-même déjà notablement différencié au moment de la maturité du fruit. D'autre part, le volume considérable de la graine, mettant obstacle à son introduction dans le sol, nécessite un accroissement considérable du cotylédon, la racine ne se développant que tardivement, lorsque l'extrémité inférieure de la plantule a été introduite en terre.

Remarquons que chez la plupart des autres plantes, l'embryon et l'albumen, étant presque complètement desséchés, passent par un état de vie latente. A l'époque de la germination, c'est tout d'abord la racine principale qui s'allonge et s'enfonce en terre. Elle y absorbe de l'eau, qui permet le développement de l'hypocotyle, l'épanouissement des cotylé-

dons et l'allongement de la tige. Dans le *Crinum Capense* au contraire, l'embryon et l'albumen étant gorgés d'eau ne passent pas par une période de vie latente. La germination se faisant à l'air (à la surface du sol ou au milieu de débris de feuilles mortes), la racine ne peut se développer immédiatement sans courir le risque de périr ou tout au moins de ne pouvoir fonctionner pendant un certain temps. Aussi c'est le cotylédon qui s'allonge et fait les efforts nécessaires pour placer la partie essentielle de l'embryon (la gemmule et la radicule) dans les conditions indispensables à leur végétation.

Ces considérations nous montrent le lien qui semble exister entre la pollinisation, la grosseur des graines et les particularités de leur mode de germination.

Rappelons encore le rôle nouveau dévolu aux stomates situés sur le suçoir et aux méats qui leur font suite : l'absorption de l'eau et des matières dissoutes de l'albumen. Notons enfin que l'allongement du cotylédon, si considérable dans certaines circonstances, se fait par accroissement intercalaire de sa région inférieure, voisine de son insertion sur l'hypocotyle; c'est d'ailleurs dans cette région aussi que se trouve localisé le géotropisme positif du cotylédon.

La structure de l'ovaire et du fruit, celle de l'embryon dans la graine mûre et des plantules en germination ont été décrites dans la première partie de ce travail. Les conditions naturelles qui président à la germination, l'influence des agents extérieurs sur le développement de la racine principale et sur l'accroissement intercalaire du cotylédon ont été envisagées dans la seconde partie.

TABLE DES MATIÈRES

LES PROGRÈS DE LA CYTOLOGIE

ET LES TRAVAUX D'Ed. VAN BENEDEN

Les Progrès de la Cytologie

ET LES TRAVAUX D'ED. VAN BENEDEN

Discours prononcé

PAR

A. GRAVIS

Recteur de l'Université de Liege

à la Séance solennelle d'ouverture des Cours
le 19 Octobre 1910.



IMPRIMERIE LIÉGEOISE, HENRI PONCELET, SOCIÉTÉ ANONYME
RUE DES CLARISSES, 52, LIÉGE
98098

LES PROGRÈS DE LA CYTOLOGIE

ET LES

TRAVAUX D'ED. VAN BENEDEN

Messieurs,

L'Université de Liége est encore sous le coup des pertes douloureuses qu'elle a faites au cours de l'année écoulée.

Le 22 mars dernier, s'éteignait, après une longue et cruelle maladie, le prof. Julien Fraipont, au début d'un rectorat qui s'annonçait comme devant être brillant et fécond. Les honneurs académiques lui furent rendus au millieu d'un recueillement profond; de nombreux et éloquents discours témoignèrent de l'affliction et des regrets de tous. Quoique les funérailles eussent lieu au milieu des vacances de Pâques, un long cortège d'autorités, de savants, de collègues, d'amis et d'étudiants accompagna la dépouille mortelle du regretté Recteur jusqu'au lointain cimetière de Chênée. Tout le monde ressentait vivement la perte irréparable que nous faisions en la personne de cet homme de cœur et de dévoûment qui fut en même temps un savant dont les travaux resteront justement estimés.

Cinq semaines plus tard, une sinistre nouvelle se répandait brusquement dans les locaux universitaires : la mort venait de frapper inopinément un maître vénéré, le Professeur Edouard Van Beneden. Les honneurs académiques ayant été déclinés par lui, l'Université est restée silencieuse, mais elle saura honorer la mémoire de l'illustre défunt et payer le tribut de reconnaissance qu'elle doit à celui qui a porté si haut et si loin la réputation de notre enseignement scientifique. Un de ses disciples écrira la biographie de l'homme, du professeur et du savant qui illustra notre Université. Des spécialistes analyseront ses travaux et feront ressortir les découvertes réalisées par lui au cours d'une carrière de plus de quarante ans.

C'est en 1869 qu'Ed. Van Beneden débuta par des recherches sur la composition et la signification de l'œuf. Ce mémoire lui valut une médaille d'or de l'Académie. Puis vinrent ses travaux sur l'embryologie des crustacés, sur la maturation de l'œuf, la fécondation et les premières phases du développement embryonnaire des mammifères. C'est dans ce mémoire que se trouvent décrits pour la première fois les phénomènes de la karyokinèse chez les animaux supérieurs, ouvrage qui obtint le prix quinquennal des sciences naturelles. Après de longues études sur l'ovaire, l'ovulation et le développement des Cheiroptères, Ed. Van Beneden publia un très important travail sur la maturation de l'œuf, la fécondation et la division cellulaire chez l'Ascaris Cet ouvrage lui valut pour la deuxième fois le prix quinquennal des Sciences. De nouvelles recherches sur le même sujet méritèrent une troisième attribution de ce prix académique.

Je ne puis mentionner ici que les principales publications d'un savant dont les travaux si nombreux et si hautement appréciés ont puissamment contribué à attirer

sur nous l'attention des hommes instruits de tous les pays. Et cependant ils ne connaissaient pas encore toute l'étendue de son labeur : des travaux en cours d'exécution au moment de la mort de notre regretté collègue feront bientôt l'objet de publications posthumes.

Les recherches d'Ed. Van Beneden ont presque toutes été faites dans le domaine de la Cytologie et constituent une œuvre immense. Pour bien la juger, il faudrait le recul du temps, mais dès aujourd'hui je voudrais indiquer la place que cette œuvre occupe dans la science contemporaine et son importance au point de vue du développement de nos connaissances biologiques.

Pour celà, je dois vous entretenir de la Cytologie, de ses origines, de ses progrès et de ses tendances. La Cytologie est d'ailleurs une science à l'avancement de laquelle les botanistes ont travaillé tout autant que les zoologistes. Il me sera donc permis d'aborder ce sujet devant vous, bien que mes études aient été plus particulièrement dirigées vers l'histologie et l'anatomie comparée des végétaux.

*
* *

Par Cytologie, il faut entendre l'ensemble de nos connaissances relatives à la constitution intime des êtres vivants. C'est l'étude des éléments anatomiques qu'on a appelés « cellules ».

Vers la fin du XVIIe siècle, R. Hooke, mathématicien, physicien et chimiste anglais, réussit à augmenter le pouvoir amplifiant des lentilles et publia en 1667 un ouvrage de microscopie dans lequel il relata l'observation suivante : ayant examiné une mince lame de liège posée sur un fond noir et directement éclairée, il vit qu'elle était creusée de petites cavités situées les unes à côté des autres : il nomma ces cavités *cellules*. Il retrouva ensuite

la même apparence dans la moelle du sureau et de plusieurs autres arbres.

Vers la même époque, deux autres savants, N. Grew et M. Malpighi, se livrèrent à des recherches approfondies et méthodiques sur la structure des végétaux. L'un et l'autre décrivirent les particularités macroscopiques et microscopiques que présentent l'écorce, le bois et la moelle des arbres. Ils reconnurent l'existence des cellules qui composent les parties parenchymateuses et aussi celle des fibres et des vaisseaux qui s'étendent longitudinalement dans le bois et l'écorce. Ils mêlèrent à leurs observations anatomiques des considérations physiologiques, car à cette époque la botanique systématique seule constituait une branche distincte. Les médecins, eux aussi, ne séparaient pas encore la physiologie de l'anatomie humaine.

Durant plus d'un siècle, l'étude de la structure des plantes ne fit plus de progrès. Linné lui-même tenait les études microscopiques en piètre estime. Les idées de G.-F. Wolff méritent cependant une mention. Cet anatomiste pensait que toutes les parties végétales jeunes, notamment le sommet des tiges et des racines, sont formées à l'origine d'une substance transparente et gélatineuse. Cette substance est saturée de suc nourricier qui prend bientôt la forme de gouttelettes. Ces gouttelettes augmentent de volume et forment les cavités cellulaires, tandis que la substance fondamentale constitue des parois qui vont en s'amincissant. Chaque vaisseau est formé par une gouttelette de liquide qui s'est étendue longitudinalement. Cette formation des cavités cellulaires est comparable à celle des cavités qui prennent naissance dans la pâte du pain pendant la fermentation. Il y aurait cependant une différence : les cellules végétales sont remplies de liquide, tandis que les cavités du pain ne contiennent

que des gaz. Cette conception simpliste permettait à G. F. Wolff d'expliquer la croissance des végétaux par l'expansion des cellules et des vaisseaux, ainsi que par la formation de nouveaux éléments semblables prenant naissance entre les précédents.

Au début du XIXe siècle, les botanistes attachèrent plus d'importance aux recherches micrographiques. Les travaux de C. F. Brisseau de Mirbel, K. Sprengel, J. J. Bernhardi, L. C. Treviranus, H. F. Link, K. A. Rudolphi et J. J. P. Moldenhawer se succédèrent rapidement.

Reprenant l'idée de G. F. Wolff, de Mirbel prétend que chaque cellule est séparée de ses voisines par une cloison simple, percée de pores visibles au microscope ; ces trous bordés de petits ourlets permettraient le passage de la sève. Il rédige un traité complet d'anatomie et de physiologie végétales qui suscite en France et en Allemagne des polémiques nombreuses.

Des erreurs qui nous paraissent bien grossières aujourd'hui furent commises par des observateurs de mérite. C'est ainsi que K. Sprengel considérait les grains d'amidon comme des vésicules capables de s'accroître en absorbant de l'eau et de devenir ainsi de nouvelles cellules. Treviranus reconnut l'existence des méats intercellulaires, c'est à dire des interstices entre les cellules, mais il les crut remplis d'une sève spéciale, alors qu'ils ne contiennent que de l'air.

Moldenhawer, le premier, eut recours à la macération des organes végétaux dans l'eau pour obtenir la dissociation des cellules. Il démontra ainsi que les cellules sont des sacs fermés et que les cloisons ne sont pas simples comme de Mirbel le croyait : chaque cellule possède une *membrane cellulaire.*

Mais, jusqu'ici, on ne s'était guère occupé que des

parois des cellules, des fibres et des vaisseaux, de leur forme, de leur épaississement, des ponctuations qui les garnissent, de leur nature chimique, etc. C'est en 1828 seulement que le botaniste allemand, F. J. F. Meyen, attira l'attention sur le contenu de certaines cellules : grains de *chlorophylle*, grains d'*amidon*, *cristaux*. Bientôt après, un naturaliste anglais, Robert Brown, découvrit dans les cellules épidermiques des Orchidées un corps arrondi assez volumineux qui reçut le nom de « noyau ».

On trouve dans les œuvres de Hugo Mohl l'expression définitive des travaux antérieurs sur la paroi des cellules; on y découvre, en outre, des notions nouvelles sur le contenu cellulaire. Sous le nom de *protoplasme*, H. Mohl désigna la matière vivante contenue dans les cellules, matière azotée qu'il distingua avec soin du *suc cellulaire*, c'est à dire du liquide aqueux que les cellules peuvent contenir. Il reconnut même les mouvements propres du protoplasme. Quant au noyau, il crut, à tort il est vrai, que toute cellule jeune en était dépourvue, mais que cet élément se formait plus tard aux dépens d'une partie du protoplasme.

Complétant et rectifiant aussi les observations de de Mirbel, de Tréviranus et autres, H. Mohl établit clairement que les fibres sont des cellules longuement étirées dont la paroi s'est fortement épaissie ; que les vaisseaux spiralés (= trachées) sont également de longues cellules, mais dont la membrane très mince est consolidée intérieurement par une ou plusieures spiricules d'épaississement ; que les vaisseaux ponctués, enfin, sont constitués par la fusion d'un grand nombre de cellules superposées, fusion qui résulte de la destruction des cloisons transversales qui, primitivement, les séparait. Tous les éléments anatomiques des plantes sont donc des cellules plus ou moins modifiées.

Mais quelle est l'origine des cellules ? Comment prennent-elles naissance, comment se multiplient-elles au sein de l'organisme ? Les idées de Wolff à cet égard ne pouvaient plus être admises, car il était impossible de considérer encore les cellules comme de simples cavités creusées dans une masse fondamentale.

Dès 1838, Schleiden crut avoir résolu le problème de l'origine des cellules en étudiant la formation de l'albumen dans le sac embryonnaire des végétaux. Au sein d'une masse protoplasmique fondamentale, qu'il appelait *cytoblastème*, des noyaux apparaisssent, disait-il, formés par condensation de la substance autour de petits corpuscules (nucléoles). Ces noyaux s'entourent d'une membrane qui, peu à peu, se dilate ; du protoplasme et du suc cellulaire s'accumulent entre le noyau et la membrane. Les cellules qui se présentent alors à l'état de vésicules arrondies, s'accroissent, se touchent, se compriment les unes les autres et deviennent polyédriques. Comme on le verra par la suite, ce ne fut là qu'une solution provisoire du problème de la genèse des cellules. Schleiden eut néanmoins le mérite de généraliser la constitution cellulaire de tous les végétaux et d'attribuer une grande importance au noyau dont le rôle avait trop longtemps été méconnu.

Après les travaux de Meyen, de Mohl et de Schleiden, on peut considérer la théorie cellulaire comme établie. Elle est l'œuvre des botanistes, ce qui se comprend d'ailleurs aisément, l'étude de la structure microscopique des animaux présentant beaucoup plus de difficultés que celle des végétaux. Ces difficultés proviennent, en grande partie, de ce que les éléments anatomiques chez les animaux ne sont presque jamais séparés les uns des autres par des cloisons : il n'y a pas de membranes cellulaires nettement visibles. La contribution des zoologistes se réduit à peu

près à l'étude du *sarcode.* Sous ce nom, F. Dujardin avait désigné. à partir de 1835, la substance qui compose le corps des animaux les plus inférieurs (amibes, monades), sorte de gelée vivante de composition azotée. Il montra que cette substance constitue aussi la partie essentielle des œufs, des embryons et même du corps de tous les animaux adultes. Plus tard, on reconnut que ce sarcode est identique à ce que H. Mohl avait nommé protoplasme dans les cellules végétales, et le mot sarcode fut abandonné.

* * *

A Th. Schwann était réservé la gloire de démontrer l'identité de structure des animaux et des plantes. Dans une conversation qu'il eut en 1838 avec Schleiden, Th. Schwann apprit le rôle important du noyau dans les cellules végétales. Immédiatement il entreprit des recherches qui l'amenèrent à penser que tous les organes du corps humain sont composés de cellules et que ces cellules manifestent une activité propre. Dès l'année suivante, il publia un petit livre intitulé : « Recherches microscopiques sur la concordance de structure et de développement des animaux et des plantes », œuvre immortelle qui, dans sa lumineuse simplicité, démontre que tous les êtres vivants sont formés de cellules, que ces cellules dérivent les unes des autres et qu'elles subissent des modifications qui les différencient lorsqu'elles sont arrivées à l'état adulte.

En même temps qu'il établissait l'unité fondamentale de structure dans le monde organique, Th. Schwann soutenait que la vie réside dans chacune des cellules, de sorte que l'activité de l'organisme tout entier n'est que la somme de toutes les activités cellulaires.

On chercherait en vain, dans l'histoire des sciences naturelles, l'exemple d'une révolution plus radicale dans

la direction et le caractère des travaux scientifiques, que celle qui fut opérée en 1839 par la doctrine de Th. Schwann. Cette doctrine triompha pour ainsi dire sans combat. Deux circonstances, me semble-t-il, contribuèrent à cet heureux résultat. C'est d'abord que la théorie de Schwann constitue la synthèse magistrale des faits lentement accumulés par ses devanciers ; c'est ensuite que l'auteur eut l'heureuse inspiration d'utiliser surtout la présence du noyau pour reconnaître les cellules animales (1).

Malheureusement Th. Schwann avait admis et généralisé les idées de Schleiden sur la formation cellulaire libre. Il soutint que les cellules résultent de la précipitation de plusieurs couches successives de substance plastique autour d'un granule. Il croyait à une sorte de cristallisation organique au sein d'un cytoblastème, c'est à dire d'un liquide formateur de cellules. Le cytoblastème pouvait se trouver soit à l'intérieur de cellules préexistantes, soit dans les liquides organiques intercellulaires. C'était en somme une sorte de génération spontanée de cellules.

---

(1) Théodore Schwann naquit le 7 décembre 1810 à Neuss, près de Dusseldorff, dans la Prusse rhénane, à une époque où cette province faisait partie de l'empire français. Il fut élève du célèbre anatomiste et physiologiste Jean Müller. Il était depuis quelques années aide-naturaliste au Musée de Berlin, lorsqu'il fut appelé à Louvain pour occuper la chaire d'anatomie humaine et d'anatomie générale. En 1848, il vint à Liége pour y enseigner l'anatomie et la physiologie. Le quarantième anniversaire de son professorat fut célébré avec éclat le 23 juin 1878 dans une séance solennelle dans laquelle les brillantes découvertes du jubilaire furent rappelées par le Prof. Ed. Van Beneden. Six années plus tard, M. le Prof. L. Frédéricq, à son tour prononça un remarquable discours sur l'œuvre du savant qui avait si bien mérité de sa patrie d'adoption. Aussi est-ce à juste titre que l'effigie de Th. Schwann a été placée dans l'un des frontispices de la façade de l'Institut zoologique, au quai des Pêcheurs, à Liége.

Il fallut de longs efforts pour déraciner cette erreur. Unger, en étudiant avec soin le sommet végétatif des tiges, reconnut que les petites cellules qui constituent ces sommets subissent des divisions et ainsi deviennent plus nombreuses. La division cellulaire avait, il est vrai, déjà été constatée dans quelques cas particuliers. Notre compatriote B.-C. Dumortier, dans son mémoire si original sur la structure comparée des animaux et des végétaux, publié en 1832, décrivit pour la première fois la formation d'une cloison médiane dans les cellules d'une algue d'eau douce. Il supposa même que cette division devait être le véritable mode de genèse des cellules (1). Cette brillante découverte a été attribuée à tort à H. Mohl. En effet, ce n'est qu'en 1838 que H. Mohl fit connaître la division cellulaire qu'il observa en étudiant la formation des stomates.

Par une série de recherches entreprises en 1846 sur les cryptogames inférieures aussi bien que sur les phanérogames, Nägeli put démontrer définitivement l'inexac-

---

(1) Voici le passage dans lequel B.-C. Dumortier relate son observation : « Le développement des conferves est aussi simple que leur structure; il s'opère par l'addition de nouvelles cellules aux anciennes, et cette addition se fait toujours par l'extrémité. La cellule terminale s'allonge plus que celles inférieures; alors il s'opère dans le fluide intérieur une production médiane, qui tend à diviser la cellule en deux parties dont l'inférieure reste stationnaire, tandis que la terminale s'allonge de nouveau, produit encore une nouvelle cloison intérieure et ainsi de même....... Ce fait de la production d'une cloison médiane dans les conferves, nous paraît expliquer bien clairement l'origine et le développement des cellules, qui sont jusqu'ici restés sans explication, et que M. De Candolle regarde comme un problème absolument impossible à résoudre dans l'état actuel de nos connaissances ».

Recherches sur la structure comparee etl e développement des animaux et des végétaux. Bruxelles, M. Hayez, 1832 (p. 10 et 11).

titude des idées de Schleiden relativement à la cytogenèse. Il établit que c'est bien par division de cellules préexistantes que les nouvelles cellules prennent naissance. Virchow, plus tard, énonça ce fait capital par l'aphorisme bien connu : *omnis cellula e cellula*. Aujourd'hui, il est démontré que les milliards de cellules qui constituent le corps d'un arbre ou d'un vertébré adulte proviennent toutes de la division fréquemment répétée d'une cellule primitive, la cellule œuf.

Dans le règne végétal, les cellules possèdent presque toujours une enveloppe bien distincte du protoplasme : cette enveloppe est une membrane plus ou moins épaisse dont la composition est ordinairement cellulosique. Divers observateurs, Cohn notamment, avaient cependant constaté que les zoospores des algues sont nues. Nägeli reconnut que ces cellules, à un moment donné, s'entourent d'une membrane sécrétée par le protoplasme.

Kölliker, Bischoff et quelques autres anatomistes firent remarquer que de nombreuses cellules animales ne possèdent pas de membrane propre. Une longue discussion s'éleva sur la question de savoir si ces éléments dépourvus de membrane étaient bien réellement des cellules.

Peu à peu cependant, on s'habitua à considérer la membrane cellulaire comme une chose d'importance secondaire. Tirant profit des connaissances nouvelles, Max Schultze soumit à une critique rigoureuse la théorie cellulaire de Schleiden-Schwann et en arriva à penser, en 1860, que l'élément primordial de toute organisation n'est pas une cavité constituée par une paroi emprisonnant un contenu quelconque ; il soutint que cet élément devait être une masse protoplasmique avec ou sans noyau, pourvue ou non d'une membrane enveloppante

de nature chimique différente. Le terme *cellule* créé par Hooke, comme nous l'avons dit au début, était donc devenu impropre. On le conserva néanmoins en appliquant au contenu le nom qui servait primitivement à désigner le contenant.

Peu après, le physiologiste Brücke émit l'idée que le protoplasme n'est point une substance homogène, mais un corps doué d'une structure compliquée et très difficile à déchiffrer. En effet, on reconnut dans le protoplasme diverses régions telles que l'endoplasme et l'ectoplasme, diverses parties constitutives comme l'hyaloplasme, l'enchylème, des microsomes, etc. . Le protoplasme étant définitivement reconnu comme matière vivante, comme substratum de la vie, on comprend tout l'intérêt qui s'attache à la connaissance de la structure intime de ce corps.

Frommann et plus tard Flemming attirèrent l'attention des cytologistes sur la structure fibrillaire du protoplasme et la considérèrent comme une propriété générale. D'autre part, les progrès de la microchimie fournirent des données positives sur la composition extrêmement compliquée du protoplasme. On y a découvert plusieurs substances albuminoïdes, des matières phosphorées, d'autres hydrocarbonées, des ferments solubles et des matières minérales.

Le noyau fit l'objet d'études bien plus nombreuses encore. En 1876, Hertwig parvint à y reconnaître des parties figurées et un liquide interposé, le *suc nucléaire*. Bientôt après, Flemming reconnut que ces corps figurés sont constitués par une substance différant notablement de celles qui composent le protoplasme. La substance caractéristique du noyau, colorable par certains réactifs spéciaux, fut désignée à partir de ce moment sous le nom de *chromatine*. Au point de vue chimique, Miescher lui reconnut des propriétés très spéciales et la nomma *nucléine*.

Enfin les auteurs s'accordèrent généralement à admettre l'existence d'une *charpente nucléaire* consistant en un réseau serré de fils non colorables, d'une membrane propre délimitant le noyau (*membrane nucléaire*) et enfin de petits granules de diverses natures dits *nucléoles*.

La chromatine si nettement reconnaissable par les réactifs colorants a été considérée comme la partie la plus importante du noyau. On crut d'abord qu'elle constituait, dans chaque noyau, un long filament pelotonné sur lui-même. Aujourd'hui, on tend de plus en plus à admettre qu'elle forme, au contraire, plusieurs masses distinctes dont le nombre est constant pour toutes les cellules constituantes d'un même organisme : ces masses de chromatine ont été appelées *chromosomes* ou anses chromatiques.

Les chromosomes sont surtout apparents pendant les phases qui précèdent la division des cellules. C'est en 1875 que Ed. Strasburger, l'illustre professeur de Bonn, préluda aux magistrales recherches qui mirent en évidence le rôle prépondérant du noyau dans la division cellulaire. Avant lui, on croyait que le noyau disparaissait peu de temps avant la division et qu'il s'en formait ensuite deux nouveaux, un dans chaque cellule-fille. Il réussit à démontrer qu'en réalité le noyau de la cellule-mère ne disparait pas, mais qu'il subit des modifications profondes qui aboutissent à la constitution de deux noyaux destinés aux cellules-filles. Tout noyau provient, en somme, d'un noyau antérieur, comme tout protoplasme dérive d'un autre protoplasme.

On sait aujourd'hui que la division des noyaux est rarement *directe* : elle se réduit alors à l'étranglement et à la fragmentation d'un noyau primitif. Le plus souvent la division est *indirecte*, c'est-à-dire accompagnée de phénomènes extrêmement complexes qu'on désigne sous le nom de *karyokinèse* ou par le terme *mitose*. Ces phénomènes ont

exercé la sagacité d'une foule de chercheurs qui se sont armés des objectifs les plus puissants et qui ont eu recours aux procédés techniques les plus variés et les plus compliqués. Il faut mentionner tout particulièrement les noms de Butschli, Hertwig, Fol, Flemming, Retzius, Van Beneden, Boveri, Guignard, Carnoy et bien d'autres

Il serait bien difficile de rappeler ici tous les résultats dans l'ordre même où ils ont été obtenus : bornons-nous à rappeler les phases principales d'une cinèse typique. La membrane nucléaire disparait, les chromosomes deviennent bien distincts et se disposent au centre d'un fuseau formé de fils qui aboutissent à deux pôles opposés l'un à l'autre. Les chromosomes se divisent alors longitudinalement en chromosomes secondaires ; ceux-ci se répartissent en deux groupes qui peu à peu se rapprochent des pôles du fuseau ; finalement chacun de ces groupes se reconstitue en un noyau complet.

Malgré les difficultés très grandes que présente l'observation de ces phénomènes complexes, il semble bien qu'ils se passent d'une façon concordante chez tous les animaux et les végétaux.

* * *

Nous venons de retracer à grands traits les progrès successifs réalisés dans les connaissances des cellules, en négligeant beaucoup de détails et beaucoup d'erreurs commises le long de cette route ardue (1). Considérons

---

(1) Il convient cependant de dire que l'individualité des cellules n'est pas toujours aussi complète qu'on le supposait jusque dans ces dernières années. En 1887, Gardiner parvint à montrer, grâce à un ingénieux procédé de coloration, que dans certains tissus végétaux, le protoplasme de chaque cellule est relié au protoplasme des cellules voisines par des prolongements qui traversent les membranes cellulaires. Ces prolongements très fins et très nombreux ont reçu

maintenant plus particulièrement la période comprise entre 1869 et les temps présents.

1869 est la date de la publication du premier travail d'Ed. Van Beneden sur la composition et la signification de l'œuf. C'est en Allemagne, où il avait été terminer ses études sous la direction des maîtres les plus illustres de l'époque, qu'Ed. Van Beneden avait exécuté ses recherches et rédigé le mémoire qui fut couronné par l'Académie royale des sciences de Belgique. Chargé peu de temps après de l'enseignement de la zoologie, de l'anatomie comparée et de l'embryologie à l'Université de Liége, il réalisa, durant quarante années, une longue série de travaux qui lui valurent l'admiration du monde savant. Les découvertes qu'il fit en cytologie doivent seules fixer notre attention en ce moment.

Par ses études sur les œufs de l'Ascaris megalocephala (nématode parasite du cheval), il a puissamment contribué à établir la réalité de la division longitudinale des chromosomes primaires, et l'égale répartition des chromosomes secondaires entre les deux noyaux-filles. Il eut sur-

---

le nom de *plasmodesmes*. Leur présence explique certains phénomènes physiologiques, notamment la transmission rapide de l'excitation chez la Sensitive. D'autres faits analogues tendent à faire considérer le protoplasme comme continu d'un bout à l'autre de la plante, le cloisonnement n'étant plus qu'un fait d'importance secondaire quoique très fréquent dans le règne végétal. La structure des Algues Siphoniées et des Champignons Phycomycètes est aujourd'hui bien élucidée : ces organismes ne sont pas cloisonnés ; ils sont constitués de cellules si complètement confondues qu'ils ont été pendant longtemps considérés comme unicellulaires et multinucléés. Récemment un auteur classique les qualifiait même de « acellulaires ».

Le règne animal offre de très nombreux exemples de cellules mal individualisées, formant des masses désignées sous les termes *plasmode*, *symplaste*, etc.

tout l'occasion de faire une découverte d'une importance capitale. En scrutant les dernières phases de la karyokinèse, il remarqua, à chacun des pôles du fuseau, la présence d'une sphère radiée, au centre de laquelle se trouve un petit corps qui a été appelé *centrosome*. Ces deux sphères semblent attirer à elles les chromosomes secondaires : pour cette raison Ed. Van Beneden les désigna par l'expression *sphères attractives*. Ce nom fut plus tard délaissé tandis que le terme centrosome resta seul en usage.

Peu de temps après, Ed. Van Beneden et Boveri constatèrent simultanément et indépendamment l'un de l'autre que les centrosomes peuvent se diviser en se scindant en deux. Ed. Van Beneden en conclut que les centrosomes sont, au même titre que les noyaux, des organes permanents de la cellule et qu'ils doivent persister durant la période où le noyau est en repos. Cette manière de voir ayant été confirmée par diverses observations, on admet maintenant que dans les cellules animales, le centrosome primitif se divise en deux centrosomes nouveaux, lesquels s'écartent l'un de l'autre, déterminent la formation du fuseau et servent de centres d'orientation pour toutes les parties de cellules-filles. Ce sont eux, notamment, qui président à la séparation des chromosomes secondaires. Un point cependant reste obscur : quel est le siège du centrosome pendant le repos de la cellule ? On ne sait pas encore bien exactement si c'est le protoplasme ou le noyau.

Si on excepte les organismes les plus simples (Bactéries, etc. .), on constate que tous les organismes possèdent certaines cellules spéciales qui ne peuvent continuer à vivre et à se diviser qu'après s'être unies deux à deux. Ces cellules sont nommées des *gamètes*. Les végétaux et

les animaux inférieurs sont dits isogames, parce que leurs gamètes sont toutes semblables ; les végétaux et les animaux supérieurs sont hétérogames, parce qu'ils sont pourvus de gamètes de deux sortes, autrement dit de cellules sexuées : l'œuf d'une part, l'anthérozoïde de l'autre. Dans l'un comme dans l'autre cas, de la fusion de deux gamètes résulte un individu nouveau capable de parcourir le cycle que ses parents ont déjà parcouru. Schwann avait déjà proclamé que l'œuf est une cellule, mais beaucoup d'obscurité restait à dissiper. En 1869, dans son premier mémoire, Ed. Van Beneden commence par établir que dans le règne animal tout entier, l'œuf est bien réellement une cellule dont les parties ont été désignées par des noms mal appropriés : une partie du *vitellus* représente le protoplasme ; la *vésicule germinative* est un noyau ; le *corpuscule de Wagner* est un nucléole ; quant à la membrane cellulaire, elle ne se formera que plus tard. Ce qui complique les choses, c'est qu'une autre partie du vitellus est constituée par une masse nutritive de volume et de nature très variables : cette masse peut manquer ; elle peut aussi être remplacée par plusieurs cellules annexées à l'œuf proprement dit.

Dans ses premières recherches, Ed. Van Beneden avait constaté que le vitellus de l'œuf des mammifères contient deux noyaux avant la première segmentation. Il crut que ces deux noyaux provenaient de la division de la vésicule germinative. Les travaux de Bütschli et de Auerbach l'ayant amené à douter de l'exactitude de cette supposition, il reprit l'examen de la question. Il reconnut alors (1875) que les deux noyaux du vitellus sont différents, que l'un est bien le noyau de l'œuf, mais que l'autre a dû y être introduit par le spermatozoïde. Hertwig est arrivé au même résultat, en même temps et indépendamment, mais c'est Fol qui le premier a réellement vu le spermatozoïde pénétrer dans le vitellus chez les Echinodermes.

Poursuivant ses études sur l'Ascaris, Ed. Van Beneden réussit à saisir le secret des phénomènes dont l'œuf imprégné est le siège. Il put suivre pas à pas les transformations qui s'y produisent. Nous les résumerons en disant que le noyau de l'œuf et celui du spermatozoïde subissent simultanément la karyokinèse au sein d'un fuseau unique compris entre deux centrosomes. Le point capital est la répartition des chromosomes secondaires qui se fait de telle façon que chacun des deux nouveaux noyaux reçoit un nombre égal de chromosomes paternels et de chromosomes maternels.

Les deux premières cellules de l'embryon sont donc hermaphrodites : on peut penser qu'il en est de même de toutes les cellules qui se formeront dans la suite puisque le mécanisme de la karyokinèse est toujours le même : division longitudinale des chromosomes paternels et maternels, répartition égale des chromosomes secondaires qui en proviennent. Ces faits si simples expliquent la transmission héréditaire des caractères des parents à leurs descendants.

En même temps, Ed. Van Beneden put préciser en quoi les gamètes diffèrent des autres cellules de l'organisme. Elles renferment la moitié du nombre normal des chromosomes. Ainsi, chez l'Ascaris, le noyau des cellules somatiques contient quatre chromosomes, tandis que celui des cellules sexuées n'en renferme que deux. Au point de vue physiologique le noyau du spermatozoïde et celui de l'œuf ne sont que des demi-noyaux. L'union des deux gamètes rétablit l'intégrité de la cellule et assure son développement ultérieur.

Telles sont les conceptions à la fois simples et grandioses qui découlent des travaux de notre illustre compatriote. Elles marqueront dans l'histoire de la Science une étape glorieuse, comme celle qui a vu naître la

théorie cellulaire de Schleiden et de Schwann Les travaux d'Ed. Van Beneden, notamment ceux sur l'Ascaris, ont ouvert la voie à d'innombrables chercheurs; ils ont suscité des théories complexes sur l'hérédité et l'évolution des êtres. Parmi les questions à l'ordre du jour, il suffira de citer celle qui concerne la *réduction karyogamique*, c'est à dire la recherche du procédé par lequel le nombre des chromosomes se trouve réduit de moitié à un moment donné.

Je ne vous dirai rien des laborieuses recherches d'Ed. Van Beneden sur l'embryologie proprement dite : vouloir les résumer ici m'entraînerait trop loin du sujet que j'ai choisi, la Cytologie (1).

Je ne puis cependant, après vous avoir parlé du savant, ne pas rendre hommage aussi aux qualités du maître dont l'enseignement a jeté un si vif éclat. Ed. Van Beneden fut un professeur éminent dont la parole calme et nette impressionnait profondément ses auditeurs. Dès son arrivée à Liége, il organisa un laboratoire dont les débuts

---

(1) Le rapide exposé que nous venons de faire de l'historique des découvertes relatives à la structure de la cellule accuse une marche progressive et continue durant plus de deux siècles. Les premières recherches ont été consacrées à la partie la plus apparente, à la membrane cellulaire, mais il fut reconnu plus tard que c'est la partie la moins importante. Les investigations ultérieures se sont portées sur le contenu cellulaire : le protoplasme et le noyau. Celui-ci a d'abord été étudié à l'état de repos, puis à l'état de division ; finalement son rôle dans l'acte intime de la reproduction a été entrevu et discuté.

Nos connaissances bien qu'incomplètes encore sont le résultat d'un nombre prodigieux d'observations. Quelle multitude de publications, que de tâtonnements, que d'erreurs même commises puis corrigées avec persévérance par des savants de toutes nationalités ! Quelles surprises encore nous réserve l'avenir ?

furent bien modestes. Que de difficultés il eut à surmonter pour faire comprendre la nécessité des exercices pratiques de micrographie ! Que de peines avant d'obtenir l'érection de cet Institut de Zoologie aujourd'hui si bien ordonné, l'installation de ces collections si instructives, si admirablement entretenues !

Dès les premières années de son professorat, Ed. Van Beneden sut aussi enflammer l'enthousiasme de ses meilleurs élèves et en faire des disciples dignes de lui. Nombreux aujourd'hui sont ceux qui, après avoir travaillé aux côtés du maître, sont devenus à leur tour des savants, des professeurs ou des praticiens de talent. Pas n'est besoin de longs discours pour éveiller dans leur cœur un impérissable sentiment de respect et de reconnaissance envers celui que nous aussi, ses collègues, nous vénérons comme l'une des grandes figures dont peut s'enorgueillir notre chère Patrie.



LA BIOLOGIE VÉGÉTALE

Messieurs,

Les botanistes d'autrefois se contentaient de décrire, de dénommer et de classer les plantes : ils travaillaient au moyen de matériaux desséchés et conservés en herbiers. Pour eux, les végétaux n'étaient guère que des objets de collection, des choses sans vie. S'ils se préoccupaient de la forme des tiges, des feuilles et des racines de la composition des fleurs et des fruits, c'était pour y trouver des caractères propres à distinguer les espèces les unes des autres.

Hâtons-nous de dire qu'il ne pouvait en être autrement à l'époque où les moyens d'investigation faisaient défaut. L'œuvre des premiers naturalistes fut néanmoins très féconde : elle mit en honneur l'esprit d'analyse et de comparaison, l'habitude des observations méthodiques. Ce fut un progrès considérable, car durant tout le Moyen-âge, les savants s'étaient bornés à compiler les ouvrages des philosophes et des littérateurs de l'antiquité.

Grâce aux découvertes de la physique et de la chimie, les botanistes furent mis en possession du microscope, d'instru-

ments de mesure, et de réactifs qui ouvrirent de nouveaux horizons. L'anatomie et la physiologie végétales prirent naissance : un champ immense s'ouvrit devant elles. Ce champ fut si rapidement exploré qu'aujourd'hui, un siècle et demi seulement après la publication des grands travaux de Linné, l'aspect de la science est complètement transformé. Pour nous, les plantes sont, avant tout, des êtres doués d'organisation et de vie. C'est pour connaitre cette organisation que nous considérons d'abord les caractères extérieurs, puis la structure intime des organes; c'est pour comprendre les manifestations vitales que nous étudions les phénomènes physiques et chimiques dont ils sont le siège.

La Botanique moderne comprend donc, outre la partie systématique créée par les anciens, un point de vue morphologique et un point de vue physiologique. *La Morphologie* étudie l'organisation, c'est-à-dire la forme extérieure et la structure intérieure des divers organes, sans se préoccuper de leurs fonctions. Elle comprend l'Organographie et l'Anatomie. La *Physiologie* s'occupe des fonctions, c'est-à-dire des phénomènes vitaux; elle recherche en quoi ils consistent essentiellement et quelle influence les agents extérieurs exercent sur eux.

Sous le nom de *Biologie*, on désigne souvent la combinaison des points de vue morphologique et physiologique. Grâce à ce trait d'union, on est parvenu à trouver l'explication d'une foule de particularités caractéristiques qu'on s'était primitivement borné à cataloguer. On a reconnu que chaque espèce est adaptée à un milieu déterminé.

Par *adaptation*, il faut entendre toute modification de la forme et de la structure d'un organe qui a pour effet de permettre à cet organe de fonctionner dans certaines conditions spéciales. Ainsi, dans la Betterave, la racine principale

s'épaissit et se remplit de réserves alimentaires (sucre), qui assurent une floraison et une fructification abondantes dans le cours de la seconde année. En se tubérisant, la racine qui était primitivement un organe d'absorption, s'est modifiée de telle façon qu'elle est devenue un organe de dépôt. Dans la Vigne, certains rameaux ne portent que des rudiments de feuilles, mais ils s'accrochent à des objets voisins en s'enroulant autour d'eux. Ces rameaux sont devenus des vrilles, des organes de fixation. A l'état sauvage, la Vigne est une plante grimpante comme la Vigne-vierge.

L'adaptation d'une plante n'est donc pas autre chose que l'appropriation de tous ses organes à un genre de vie plus ou moins spécialisé. Pour le moment, nous n'avons pas à rechercher comment cette appropriation a été réalisée, mais à constater les faits.

Dans ces dernières années, on a donné le nom d'*Ethologie* à la connaissance des divers modes d'adaptation par lesquels les êtres vivants se sont soumis aux nécessités de leur existence. L'Ethologie, peut-on dire aussi, est l'étude de la manière de vivre de chaque espèce, l'étude de ses mœurs. Elle explique les caractères morphologiques par les exigences physiologiques de chaque espèce.

Cette partie de la Science botanique présente un puissant intérêt; de plus elle n'exige pas, pour être appréciée, les connaissances approfondies que seuls les botanistes de profession peuvent posséder. Je voudrais profiter de cette heureuse circonstance pour vous présenter aujourd'hui, comme le tableau d'ensemble des adaptations végétales. Je me bornerai d'ailleurs à signaler les adaptations les plus faciles à constater, en négligeant celles qui se manifestent dans la structure anatomique sans se montrer suffisamment au dehors.

Pour procéder avec ordre, nous considérerons successivement les fonctions de *végétation*, de *propagation*, et de *reproduction*.

Les fonctions de végétation sont celles qui permettent à la plante de se maintenir en vie, en produisant de nouveaux organes capables de remplacer ceux qui sont usés. Pour le végétal, la croissance est à tel point nécessaire, que l'individu qui cesse de pousser est bien près de périr.

Les fonctions de propagation consistent essentiellement en une croissance localisée de manière qu'un individu se divise en plusieurs autres indépendants. On a souvent désigné celà sous le nom de reproduction asexuée, mais ce terme est tout à fait impropre.

Les fonctions de reproduction concourent à la formation d'individus nouveaux résultant de l'intervention d'organes de sexes différents. Les travaux les plus récents sur la fécondation confirment complètement la distinction qu'il est indispensable de marquer nettement entre la propagation et la reproduction.

« Les individus nés les uns des autres par voie asexuée peuvent être considérés comme des parties d'un même être qui s'est partagé en fragments distincts. Ce sont des individus, ce ne sont pas à proprement parler, des êtres nouveaux (1). » En d'autres termes, la propagation est un mode de végétation fractionnée ; la reproduction est un phénomène d'un ordre tout différent, sur lequel les recherches des cytologistes ont jeté une lumière nouvelle (2).

*
* *

---

(1) Remy Perrier, *Cours élémentaire de Zoologie* 1909.

(2) A. Gravis, *Les progrès de la Cytologie et les travaux d'Ed. Van Beneden*, 1910.

A ne considérer que les organes végétatifs, il n'est pas possible d'établir, dans le règne végétal, des groupements biologiques très précis. Celà provient de ce que les modes de végétation se diversifient en se nuançant et en passant des uns aux autres par une foule d'intermédiaires. Il nous suffira de considérer quelques-uns des groupes les mieux définis.

Le premier groupe est celui des ARBRES.

Dans les contrées les plus voisines de l'équateur, comme le Brésil, la partie centrale du Congo, et les îles de la Malaisie, le climat est si chaud et si humide durant toute l'année que la végétation ne subit aucune interruption : les arbres sont toujours garnis de feuilles, leur floraison s'opère progressivement et non pas simultanément comme chez nous.

Une saison sèche d'assez courte durée imprime déjà aux forêts des modifications marquées : certaines espèces d'arbres perdent leurs feuilles pendant la période de sécheresse ; d'autres espèces possèdent une organisation capable de résister à la privation d'eau. Les forêts « feuillant au retour de la pluie » sont très étendues en Afrique et dans l'Inde ; on en rencontre également au Brésil et aux Antilles.

Quand la saison sèche est plus longue, la forêt s'éclaircit et fait place à la savane, dans laquelle les arbres sont complètement isolés les uns des autres, comme dans le Bas-Congo et le Brésil méridional.

Dans les régions désertiques situées sous les tropiques, l'existence des arbres est impossible à cause de la sécheresse persistante.

En dehors des tropiques, les variations de la température partagent l'année en deux saisons principales reliées par deux saisons de transition. Dès lors, les phénomènes de la

végétation sont nettement intermittents. L'arrêt de la végétation peut être provoqué par la sécheresse de l'été, mais le plus souvent, il résulte du froid de l'hiver.

Le premier cas se présente dans la région méditerranéenne: l'hiver y est doux et pluvieux, l'été sec. Aussi, c'est durant l'hiver que les arbres poussent ; c'est au printemps qu'ils fleurissent presque tous ; les feuilles ne tombent pas en été parce qu'elles ont une consistance raide et une structure qui leur permet de ralentir considérablement la transpiration. Les Chênes du Midi, l'Olivier, le Laurier, le Houx ont des feuilles coriaces et persistantes. Ces arbres, de taille peu élevée, ne forment pas de grandes forêts, mais seulement des bois ou des bosquets qui restent verts toute l'année.

Un repos hivernal caractérise la végétation de la zône tempérée-froide qui comprend la majeure partie de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique du Nord. Cette zône était primitivement couverte d'épaisses forêts qui ont été, presque partout détruites et remplacées par des cultures.

A mesure qu'on se rapproche des pôles terrestres, à mesure aussi qu'on s'élève sur les hautes montagnes, la saison froide devient plus rigoureuse et plus longue. Les arbres qui supportent le mieux ce raccourcissement de la période de végétation appartiennent, généralement, à la sous-classe des Conifères : ce sont notamment les Sapins, les Pins, les Mélèzes, etc.

Le Bouleau aussi résiste assez bien aux basses températures, mais il prend alors la forme d'un buisson. De même, certaines espèces de Saules rampants s'observent dans la région arctique : le Saule polaire est tellement réduit, que chacune de ses pousses annuelles ne développe que deux feuilles ; les branches s'élèvent à peine au dessus du tapis constitué par les Lichens qui couvrent le sol.

Nous venons de voir que la végétation ne peut se continuer sans interruption que dans les contrées les plus voisines de l'équateur. Partout ailleurs, la vie végétale est suspendue périodiquement, soit par la sécheresse, soit par le froid. Lorsqu'il s'agit de plantes dont la consistance est herbacée, c'est-à-dire molle et plus ou moins juteuse, toutes les parties aériennes meurent pendant la saison sèche des pays chauds, ou à l'approche de l'hiver dans les pays froids. La vie se réfugie dans les organes souterrains et y devient latente, pour se manifester à nouveau par la croissance d'organes aériens au retour de la pluie dans le premier cas, au retour de la chaleur dans le second.

Les PLANTES HERBACÉES constituent un deuxième groupe biologique. Les unes sont vivaces, les autres annuelles. Les premières possèdent presque toutes une tige partiellement ou même complètement souterraine. Cette situation de la tige est éminemment favorable, puisqu'elle met ce membre important, générateur de tous les autres, dans les meilleures conditions pour résister à la dessication, aussi bien qu'à la gelée. De plus, les tiges souterraines sont plus que les autres à l'abri de la voracité des herbivores. On comprend donc pourquoi tant d'espèces ont deux sortes de tiges : les unes aériennes portant des feuilles vertes et des fleurs, mais annuelles ; les autres souterraines et vivaces. On peut se demander comment ces dernières arrivent à se placer sous terre ? Nous ne pouvons songer à expliquer ici les procédés ingénieux et multiples par lesquels les plantes ont trouvé le moyen de résoudre ce problème

Il ne suffit pas qu'une partie de la plante passe la mauvaise saison sous terre, elle doit tenir en réserve des provisions capables d'alimenter le premier développement, au retour de la bonne saison. Il convient aussi que les organes aériens

puissent se former très rapidement de manière à bien profiter des quelques mois, parfois même des quelques semaines seulement, durant lesquels leur vie est possible. Pour celà, les aliments élaborés l'année précédente doivent être accumulés dans les organes persistants, c'est à-dire dans les organes souterrains. Ces aliments consistent ordinairement en amidon, parfois en sucre, ou en d'autres substances analogues. Ce dépôt alimentaire se fait dans toute la longueur du *rhizome*, ou bien dans certaines portions appelées *tubercules*, ou encore dans certaines *racines tubérisées*, ou enfin dans les écailles d'un gros bourgeon désigné alors sous le nom de *bulbe*.

Enfin, il y a des plantes dont tous les organes végétatifs meurent à l'approche de la sécheresse ou du froid. Seules leurs graines subsistent et sont capables de traverser la mauvaise saison à l'état de vie latente. Telles sont les espèces annuelles : leur végétation s'accomplit en un laps de temps assez court ; leur floraison et leur fructification sont hâtives.

Un troisième groupe biologique comprend toutes les espèces qu'on peut réunir sous le nom de LIANES. On a remarqué que les plantes qui croissent accidentellement dans un endroit trop peu éclairé, ont des tiges longues et grêles, des feuilles petites. Certaines espèces qui se développent toujours dans des circonstances semblables (sous-bois, buissons, lieux herbeux, etc...) ont des tiges trop délicates pour se soutenir elles-mêmes. Ces tiges, parfois, s'enroulent en hélice autour d'un tuteur, comme on le constate chez les plantes *volubiles* ; d'autrefois, des organes spéciaux facilitent la fixation et l'ascension, ainsi qu'on le voit chez les plantes *grimpantes*.

Il y a des lianes de consistance ligneuse, d'autres de consistance herbacée. Les premières se rencontrent principalement dans les forêts vierges : leurs tiges, très longues et minces, ressemblent à des cordages ; elles peuvent supporter sans dommages des flexions et des torsions considérables. Ces tiges ne produisent d'abord que des feuilles rudimentaires et très peu de ramifications ; nées à l'ombre, elles s'élancent à la recherche de la lumière en s'élevant dans les arbres voisins. Lorsqu'elles y sont parvenues, elles produisent des feuilles normales, se ramifient et fleurissent. Beaucoup d'espèces lancent dans l'espace de longues branches migratrices, qui cherchent à s'établir dans les arbres voisins. Parfois aussi les lianes retombent et trainent sur le sol, puis se redressent, grimpent de nouveau, passent d'un arbre à un autre, formant des guirlandes, des draperies accrochées aux plus hautes cimes. Sur le sol et entre les troncs, c'est un enchevêtrement en tous sens, qui rend la forêt impénétrable. Les Clématites et les Chèvrefeuilles de nos bois, les Glycines et les Vignes vierges de nos jardins donnent une faible image de l'exubérance des lianes exotiques.

Tout le monde connait le Houblon et l'Aristoloche qui sont des plantes volubiles. On se fait une moins bonne idée des plantes grimpantes, c'est-à-dire de celles qui possèdent des organes aériens de fixation. Ces organes, en effet, sont extraordinairement diversifiés. Les vrilles de la Passiflore représentent des pédoncules dont la fleur ne s'est point développée ; celles de la Vigne sont des inflorescences transformées. Dans les Légumineuses et les Cucurbitacées, les vrilles sont de nature foliaire. Le Vanillier se fixe au moyen de racines aériennes qui se comportent comme des vrilles. Le Lierre adhère à son support par le moyen d'une foule de

crampons, qui sont également des racines purement fixatrices.

Dans certaines espèces du genre Galliet, tous les organes aériens sont couverts d'aspérités dirigées vers le bas, de sorte que la plante peut bien s'élever dans les haies, mais ne peut pas retomber. Les longues tiges, les pétioles, et même les nervures des feuilles sont, chez les Ronces et les Rosiers, garnis d'aiguillons crochus qui remplissent le même office. Les Rotangs sont des Palmiers dont les tiges, de la grosseur d'un doigt, peuvent atteindre plusieurs centaines de mètres de longueur ! Ces lianes se fixent au moyen des crochets qui se trouvent le long de leurs pétioles et du prolongement qui les termine.

Les PLANTES ÉPIPHYTES constituent un groupe biologique des plus curieux Au lieu de germer en terre et de s'élever le long d'un support, ces plantes prennent naissance sur le tronc ou sur les branches d'un arbre, s'y fixent et trouvent le moyen de vivre sans emprunter à l'arbre autre chose qu'un point d'appui.

La première condition pour vivre de cette façon est d'avoir des graines suffisamment petites pour pouvoir adhérer à l'écorce sans que leur poids les fasse tomber. Ces graines sont ordinairement apportées par le vent, plus rarement par des oiseaux qui ont mangé des fruits charnus et qui ont déposé leurs déjections sur les branches. La deuxième condition est de produire des racines fixatrices assez solides. La troisième est de posséder des organes capables d'absorber l'eau des pluies. Cette eau, en coulant à la surface des écorces, y dissout une partie des poussières apportées par le vent, des débris de feuilles, des cadavres d'insectes, etc . . Ces matières remplacent celles que les plantes trouvent habituellement dans le sol.

Les organes aériens capables d'absorber l'eau pluviale et les substances dissoutes ne sont pas toujours des racines : ce sont parfois des feuilles plus ou moins différenciées.

Les épiphytes sont nombreuses dans les régions équatoriales où l'humidité atmosphérique facilite la végétation de ces plantes entièrement aériennes. Certaines espèces sont fixées au tronc et aux grosses branches ; elles vivent ainsi à l'ombre et transpirent peu. D'autres espèces ne se développent que sur les branches de la cime des arbres ; leur organisation a subi des modifications destinées à parer aux inconvénients d'une transpiration activée par une vive lumière : leurs feuilles sont coriaces, ou bien elles sont étroites et couvertes de poils ; leurs tiges sont renflées en réservoirs aquiféres, etc....

Comme les lianes, les épiphytes appartiennent à des familles très diverses. Plus encore que les premières, elles sont caractéristiques de la zône intertropicale.

Les *Fougères* sont les moins spécialisées parmi les épiphytes : leurs feuilles disposées en corbeille retiennent facilement les débris végétaux qui tombent de l'arbre, débris qui forment en se décomposant un véritable terreau dans lequel s'enfoncent les racines. Certaines espèces de Fougères épiphytes ont deux sortes de feuilles : les unes desséchées et collectrices ; les autres vertes et assimilatrices.

Toujours terrestres dans les contrées tempérées ou froides, les *Orchidées* sont généralement épiphytes dans les pays tropicaux. Les premières ont des feuilles molles et des racines souterraines. Les secondes ont des feuilles ordinairement épaisses et coriaces ; leurs tiges sont souvent renflées en tubercules aériens dans lesquels se déposent une réserve d'aliments et une provision d'eau ; leurs racines courent à la surface du support ou pendent librement dans l'air. Ces

racines possèdent une structure spéciale qui leur permet de vivre dans l'air et d'absorber les eaux pluviales coulant à leur surface. Les graines, extraordinairement nombreuses dans chaque fruit, sont tellement petites qu'on les voit à peine à l'œil nu : le vent les transporte au loin et de tous côtés aussi facilement que de la poussière.

Citons encore les *Broméliacées*. Cette famille comprend un grand nombre d'espèces toutes américaines. Les espèces terrestres, peu nombreuses à la vérité, ont des feuilles molles et des racines souterraines absorbantes; leurs graines sont assez grosses et lourdes. Chez les espèces épiphytes, au contraire, les feuilles sont coriaces et disposées en un cornet ouvert par en haut ; les racines, purement fixatrices, se dessèchent rapidement. Lorsqu'il pleut, l'eau s'accumule dans le cornet et s'y conserve facilement pendant plusieurs jours. L'absorption se fait peu à peu par des poils, d'une structure particulière, qui se trouvent à la base des feuilles, et par conséquent en contact avec le liquide. Les graines sont fort petites et munies d'une aigrette qui facilite leur transport par le vent et leur adhérence à l'écorce mouillée des arbres. Certaines espèces de Broméliacées épiphytes sont couvertes de poils gris capables d'absorber l'humidité des brouillards.

La distribution de l'eau à la surface de la terre est très irrégulière : dans certaines contrées, les pluies sont abondantes et quotidiennes ; ailleurs, elles sont plus ou moins rares et parfois insuffisantes. Il en est de même de la rosée et des brouillards. D'autre part, il y a lieu de considérer que certains terrains laissent filtrer l'eau et se dessèchent rapidement, tandis que d'autres sont imperméables et se

couvrent de marécages, d'étangs ou de lacs. Les cours d'eau forment aussi un réseau plus ou moins serré.

De tout cela, il résulte que certaines plantes reçoivent trop d'eau, d'autres trop peu et que l'organisation végétale a dû s'adapter à ces cas extrêmes. Occupons-nous d'abord des PLANTES AQUATIQUES.

Leur adaptation se manifeste à des degrés divers. Elle est le moins marquée dans les espèces qui vivent dans les terrains marécageux où prospèrent beaucoup de plantes vivaces à rhizome, comme les joncs et les Cypéracées.

Dans les mares peu profondes, on observe des espèces dont le rhizome et les racines sont cachés dans la vase, mais dont les feuilles sont aériennes, ainsi que les tiges florifères dressées. Comme exemples choisis dans notre flore indigène, indiquons le Trèfle-d'eau, l'Iris à fleurs jaunes, la Sagittaire.

Dans l'eau plus profonde des étangs, vivent des Nymphéacées dont les feuilles possèdent un très long pétiole et un limbe large, arrondi, étalé à la surface de l'eau. De longs pédoncules permettent aux fleurs de venir s'épanouir dans l'air. Certaines Renoncules aquatiques ont de longues tiges dont la portion inférieure est fixée au fond par des racines, tandis que le reste ondule librement dans l'eau. Les feuilles sont de deux sortes : les unes à limbe arrondi, à peine lobé, nagent à la surface ; les autres finement découpées sont submergées. Les fleurs dépassent peu la surface de l'eau.

Dans les rivières et les fleuves, les feuilles ne peuvent généralement pas s'étaler à la surface à cause du courant : elles restent toujours submergées comme on le constate dans la plupart des Renoncules aquatiques et beaucoup d'espèces du genre Potamot.

Certains végétaux aquatiques, enfin, sont tellement

dégradés que leurs organes sont méconnaissables. Il en est ainsi dans le genre Lemna. Ce sont de petites plantes, généralement en forme de lentille biconvexe, qui flottent à la surface des eaux stagnantes. Elles mesurent seulement quelques millimètres de diamètre. On n'y reconnaît ni tige, ni feuilles, mais seulement une ou plusieurs racines, longues de quelques centimètres, qui pendent librement sous la lentille. Une espèce particulière, en forme de globule presque sphérique, est même privée de racines.

En opposition avec les plantes qui disposent d'un excès d'eau, occupons-nous maintenant de celles qui sont fréquemment exposées à en manquer. On les appelle PLANTES XÉROPHYTES.

La vie des plantes qui habitent les sables et les rochers peut être compromise dans l'intervalle entre deux pluies, lorsque cet intervalle atteint la durée de quelques semaines.

Un moyen assez simple d'éviter la sécheresse des couches superficielles est d'enfoncer très profondément les racines dans le sous-sol. Il y a des plantes hautes d'un ou deux décimètres seulement dont les racines, très minces cependant, descendent à plusieurs mètres de profondeur.

Un autre moyen est de posséder des feuilles aquifères, c'est-à-dire pouvant se gorger d'eau au moment de la pluie et constituer des réserves de liquide pour les périodes de sécheresse. La Joubarbe des toits et les Orpins de nos rochers appartiennent à cette catégorie.

Les *Agaves* sont des plantes américaines dont les feuilles, très grandes, ont plus d'un décimètre d'épaisseur ; elles habitent les endroits rocailleux et arides. En Afrique, elles sont remplacées par les Aloès dont les feuilles, moins

grandes et moins épaisses, sont cependant plus juteuses encore.

Les feuilles des Bruyères, celles de l'Oléandre, et d'un grand nombre d'espèces diverses, ont des particularités anatomiques propres à modérer la transpiration, lorsque l'absorption par les racines devient insuffisante. D'autres sont entièrement couvertes de poils qui ralentissent l'évaporation.

Un dispositif plus facile à reconnaître est la diminution de la surface foliaire, ou même la disparition complète des feuilles. Certain Genêt de notre pays possède de nombreux rameaux verts, ne portant que de très petites feuilles. Ces rameaux peuvent suppléer à l'insuffisance du feuillage durant les périodes d'humidité.

Enfin les *Cactées,* vulgairement désignées sous le nom de « plantes grasses », réalisent l'adaptation la plus complète à la sécheresse. Cette famille comprend un millier d'espèces, toutes américaines et plus particulièrement mexicaines. Les feuilles, tout à fait incapables de remplir leurs fonctions habituelles, sont à peine reconnaissables sous l'aspect de très petites écailles sèches ou de pointes acérées. Leurs tiges, par contre, sont épaisses et charnues, souvent pourvues de côtes longitudinales : elles contiennent une réserve d'eau.

Toutes ces Cactées habitent des déserts brûlants pendant l'été : c'est grâce à la provision d'eau qu'elles ont faite à l'époque des pluies et aussi à certaines dispositions anatomiques particulières, que ces plantes résistent à une dessication complète. Il existe cependant un très petit nombre de Cactées portant des feuilles bien développées, mais elles ne peuvent vivre à côté des autres, parce qu'elles transpirent trop : elles habitent des contrées plus clémentes.

Chose remarquable, certaines Euphorbes d'Afrique, vivant dans des déserts semblables à ceux du Mexique, ont pris les mêmes caractères extérieurs que les Cactées. Le genre Euphorbe contient près de sept cents espèces, toutes bien caractérisées par l'organisation très spéciale de leurs fleurs. Six cents environ possèdent des feuilles normales, et sont répandues dans tous les pays humides, sauf les pays froids. Une centaine d'espèces, au contraire, habitent uniquement les contrées chaudes et sèches : elles sont dites cactiformes parce qu'elles ressemblent tellement aux Cactées qu'on ne peut parfois les en distinguer qu'à l'époque de la floraison.

Les plantes que nous venons de passer en revue exécutent la totalité des fonctions de nutrition. Elles absorbent dans le sol de l'eau et des matières minérales ; elles puisent dans l'air du gaz carbonique ; au moyen de ces matériaux, elles élaborent de l'amidon et d'autres composés alimentaires qui assurent leur accroissement et leur reproduction.

Il y a cependant des végétaux qui sont incapables de se nourrir seuls : ils ont besoin de l'intermédiaire d'autres organismes. Ils sont ALLOTROPHES. Pour vivre, ils ont recours à divers artifices que nous pouvons indiquer brièvement.

Les espèces *parasites* sont celles qui s'attaquent à des organismes vivants, végétaux ou animaux, s'assimilent une partie de leur substance et leur causent du préjudice. Le Gui est une curieuse plante qui vit sur les branches du Peuplier, du Pommier, plus rarement sur celles du Chêne, ou de quelques autres arbres. Il enfonce ses racines sous l'écorce et dans le bois de l'arbre nourricier pour y absorber de l'eau et des matières dissoutes. Il possède des

feuilles vertes, c'est-à-dire des feuilles qui contiennent de la chlorophylle, comme la grande majorité des plantes. Ces feuilles peuvent, par conséquent, décomposer le gaz carbonique de l'air et élaborer de l'amidon. Nous dirons donc que le Gui n'est que semi-parasite.

D'autres végétaux sont dépourvus de chlorophylle et par suite sont incapables de décomposer le gaz carbonique et d'élaborer de l'amidon. Beaucoup d'entre-eux se procurent des aliments organiques, en les dérobant à d'autres organismes vivants. Ce sont les parasites proprement dits. Parmi les plantes que nous pouvons observer facilement, citons la Cuscute et l'Orobanche.

Les champignons sont tous privés de chlorophylle : beaucoup d'entre-eux sont des parasites redoutables dont les filaments végétatifs (mycélium) s'insinuent dans l'épaisseur des feuilles, des tiges ou des racines d'une plante vivante à laquelle ils causent un tort souvent considérable. Bornons-nous à rappeler le champignon microscopique qui provoque la maladie de la Pomme de terre, ceux qui causent la carie du Blé, la rouille des céréales, le charbon de l'avoine, plusieurs maladies de la Vigne, etc. . Quelques espèces s'attaquent aux chenilles et les font périr.

Enfin certaines Bactéries parasites sont dites pathogènes, parce qu'en se développant dans les organes des animaux et dans ceux de l'homme, elles provoquent des désordres qui entraînent des maladies et parfois même la mort : Bacille du choléra, Bacille de la tuberculose, Bacille de la fièvre typhoïde, de la diphtérie, etc...

Il existe dans la nature des êtres qu'on peut qualifier de *mutualistes*. Deux plantes, d'organisation très différente, peuvent, en effet, vivre ensemble et retirer, l'une et l'autre,

un certain profit de leur association. Il y a alors « vie en commun » ou comme on dit symbiose.

Le premier exemple connu est celui des Lichens. Un Lichen n'est pas une plante, mais deux plantes qui s'entr'aident : l'une est une Algue, c'est-à-dire un végétal pourvu de chlorophylle ; l'autre un Champignon, végétal sans chlorophylle. Les Lichens vivent généralement sur l'écorce des arbres et sur les pierres, où ni le Champignon seul, ni l'Algue seule ne pourrait subsister. Par leur association, au contraire, ces deux êtres se complètent l'un-l'autre.

On connaît maintenant des exemples dans lesquels des animaux inférieurs (infusoires, etc...) vivent en symbiose avec des Algues. On a découvert aussi qu'une association mutualiste s'établit entre les filaments de certains champignons et les radicelles d'un grand nombre d'arbres forestiers, une autre entre certaines Bactéries et les racines des Légumineuses.

On a donné l'épithète, un peu prétencieuse, de *carnivores* à des plantes qui possèdent des racines normales et des feuilles vertes élaboratrices, mais qui ont, en outre, des organes capables de capturer des insectes, de les digérer et d'absorber les produits de la digestion. Ces organes sont des dépendances des feuilles ; ils sont souvent doués d'une grande sensibilité et parfois d'une extraordinaire motilité. Les Drosera de la Campine et des Ardennes, les Népenthes des contrées les plus chaudes de l'Asie, la Dionée attrape-mouches des marais de la Caroline, sont des exemples suffisamment connus.

Sous le nom de *saprophytes*, on désigne beaucoup d'espèces de Champignons et de Bactéries qui ne s'attaquent pas à des organismes vivants, mais se nourrissent des substances

organiques qui existent dans les débris végétaux et dans les cadavres. Il suffira de citer les Bolets qui se développent dans le terreau des forêts, l'Agaric champêtre dans le sol des prairies, les Polypores dans le bois pourri, les moisissures dans le pain, beaucoup de bactéries dans les corps en décomposition.

Sous le titre ADAPTATIONS DIVERSES, nous réunirons les adaptations qu'on peut rencontrer dans plusieurs des groupes précédents, comme par exemple les divers moyens par lesquels les pousses nées sous terre sortent du sol ; la disposition des feuilles étalées de façon à recevoir le plus d'air et de lumière ; les moyens de protection contre les intempéries ; les moyens de défense contre les herbivores, etc.... Nous nous bornerons à cette énumération.

*
* *

Telles qu'elles ont été définies plus haut, les FONCTIONS DE PROPAGATION se réduisent à l'isolement d'une portion détachée de l'organisme primitif et à l'accroissement de cette portion, qui en se complétant devient un nouvel individu. Les parties qui se séparent ne sont parfois aucunement différentes des autres ; plus ordinairement, cependant, elles sont plus ou moins modifiées, de telle sorte qu'elles remplissent mieux la fonction nouvelle qui leur est dévolue. Il arrive même que les organes de propagation sont tellement bien adaptés aux exigences locales, qu'ils suppléent dans une large mesure à l'insuffisance des organes de la reproduction sexuée.

Les tiges qui rampent à la surface du sol s'enracinent souvent à tous leurs nœuds ; elles se ramifient et leurs

rameaux se dirigent de divers côtés. Or il arrive, après quelques années, que les parties vieilles sont détruites et que les parties jeunes sont complètement indépendantes les unes des autres. Les rhizomes rameux offrent des exemples bien plus nombreux de ce phénomène (Iris, Ortie, etc...).

Les Lentilles d'eau se propagent aussi avec une extrême rapidité en se détachant les unes des autres. Ces petites plantes arrivent à envahir de grandes étendues d'eaux dormantes, bien qu'elles ne fleurissent et ne fructifient presque jamais.

Comme organes de propagation spécialisés, citons les stolons du Fraisier, de la Renoncule rampante, de la Violette odorante, de certaines Potentilles, Saxifrages, etc.... Citons également les tubercules de la Pomme de terre et du Topinambour, les caïeux de la Tulipe, du Lis, et autres plantes bulbeuses.

La Ficaire qui fleurit abondamment au printemps et qui cependant ne fructifie que très exceptionnellement, est une plante très commune parce qu'elle se propage par le moyen de très nombreux petits tubercules produits dans l'aisselle des feuilles.

Plusieurs plantes aquatiques se détruisent entièrement en hiver, sauf leurs bourgeons qui restent au fond de l'eau et se développent chacun en une nouvelle plante au printemps suivant.

Il arrive, assez rarement il est vrai, que des bourgeons se montrent sur une racine. Leur apparition est ordinairement accidentelle ; leur place n'est jamais marquée d'avance ; en un mot ces bourgeons sont adventifs. Les tiges feuillées qui en proviennent se nomment drageons. Le Sureau, le Lilas, l'Eglantier, etc... forment buisson en drageonnant.

Dans la Linaire commune, les racines seules sont vivaces

et la propagation ne peut se faire que par drageonnement Dans la Cardamine des prés, c'est sur les feuilles que prennent naissance les bourgeons adventifs par lesquels cette espèce se multiplie activement au printemps.

L'homme, imitant la nature, parvient à conserver beaucoup le variétés de plantes sans recourir à leurs graines. La division des souches, le marcottage, le bouturage, le greffage sont des opérations couramment pratiquées. Elles ont sur le semis certains avantages : elles donnent des plantes plus trapues, plus rapidement florifères, et surtout plus uniformes. La propagation, en effet, est un mode de végétation fractionnée qui permet de multiplier un même individu en conservant les caractères qui le distinguent. La reproduction est un phénomène tout différent : elle nécessite l'intervention d'organes sexués ; elle donne naissance à un être réellement nouveau, doué de caractères qui le distinguent plus ou moins de ses parents.

* * *

Chez les végétaux supérieurs, les FONCTIONS DE REPRODUCTION aboutissent à la production de graines : chacune d'elles contient un embryon qui est l'être nouveau. Toutes les adaptations de la fleur et du fruit méritent attention. Nous n'envisagerons cependant que la pollinisation et la dissémination.

La *pollinisation* est le transport du pollen sur le stigmate. Ce transport peut être réalisé de diverses façons, notamment par le vent chez les plantes dites anémophiles, et par les insectes chez celles qui sont qualifiées d'entomophiles. Il peut aussi s'effectuer mécaniquement,

Pour être efficace, la pollinisation par le vent exige une

grande quantité de pollen, car il s'en perd beaucoup. On a parfois observé des chutes si abondantes de pollen qu'on a cru à des pluies de soufre. D'ailleurs, le transport par le vent est rendu plus aisé lorsque la floraison se produit à une époque où l'arbre ne porte pas encore de feuilles. C'est ce que nous pouvons constater notamment chez le Noisetier qui fleurit en février et chez l'Orme dont la floraison, le long de nos boulevards en mars ou avril, passe inaperçue du public.

La pollinisation par les insectes est plus économique, aussi est-elle réalisée par les fleurs les plus parfaites, dont les organes présentent une foule d'adaptations qui ont pour effet d'attirer les insectes, de les couvrir de pollen, et de faire adhérer la matière fécondante au stigmate.

Le rapprochement des fleurs en inflorescence plus ou moins dense facilite la visite par les insectes, en même temps qu'il permet une réduction des enveloppes florales, ce qui constitue pour la plante une grande économie. On remarquera, en effet, que les fleurs sont généralement très grandes lorsqu'elles sont solitaires ou peu nombreuses sur chaque plante (Tulipe, Lis, Coquelicot), tandis qu'elles sont petites quand elles sont nombreuses et rapprochées (Ombellifères, Composées). Dans ce dernier cas, il y a souvent une différenciation très marquée : la corolle des fleurs qui sont placées à la périphérie est bien plus grande que celle des fleurs qui se trouvent vers le centre de l'inflorescence.

A un autre point de vue, il faut distinguer la pollinisation croisée et la pollinisation directe. Contrairement à ce qu'on pourrait supposer, le pollen d'une fleur est très souvent transporté sur le stigmate d'une fleur produite par une autre plante de la même espèce. Des expériences rigou-

reuses ont prouvé que, dans certaines espèces, la pollinisation croisée ainsi réalisée donne des graines meilleures que celles provenant d'une pollinisation directe. Une foule de dispositions ingénieuses sont réalisées en vue d'obtenir ce croisement. Elles ont d'ailleurs été maintes fois décrites, aussi je ne m'y attarderai pas.

La Nature est si riche en contrastes que nous ne devons pas nous étonner de trouver, dans d'autres fleurs, des dispositions non moins curieuses qui permettent à ces fleurs de se polliniser elles-mêmes. Il y en a qui ne s'ouvrent jamais et se fécondent dans le bouton fermé.

La *dissémination* des semences est également une fonction très importante au point de vue de la conservation et de l'extension de l'espèce.

Un petit nombre de plantes savent projeter leurs graines. Certaines gousses, siliques, ou capsules s'ouvrent brusquement en plusieurs valves qui, agissant comme des ressorts, expulsent les graines et les lancent mécaniquement à plusieurs mètres de distance.

Le vent est un agent de dissémination puissant dont beaucoup d'espèces végétales tirent un excellent parti. Beaucoup de graines, beaucoup de petits fruits monospermes aussi, sont munis d'une aile membraneuse, ou d'une aigrette disposée en parachute. L'allongement du pédoncule fructifère, l'extraordinaire petitesse de certaines semences, leur mise en liberté au moment propice, sont aussi des facteurs à considérer.

Pour d'autres espèces, l'eau est l'agent de la dissémination : soit la pluie, soit les fleuves, soit les courants marins. Les animaux, enfin, interviennent dans le cas des espèces à fruits charnus ou à fruits accrochants.

Le point le plus intéressant n'est pas de constater

l'extrême diversité des circonstances qui peuvent favoriser la pollinisation et la dissémination, mais d'étudier comment, dans chaque cas particulier, la structure de la fleur, du fruit, ou de la graine, s'est modifiée; comment elle s'est adaptée aux exigences fonctionnelles. On conçoit qu'il n'est pas possible d'expliquer ici tous ces détails.

*
* *

Dans ce qui précède, nous n'avons envisagé que les cas les plus typiques, ceux dans lesquels l'adaptation est la plus parfaite. Il ne faudrait pas croire, cependant, que les diverses catégories d'adaptations sont toujours nettement distinctes. En Biologie, comme en Organographie, il faut s'attendre à trouver de nombreux *états intermédiaires* entre deux manières d'être qui semblent, à première vue, s'exclure complètement. Il y a des plantes qu'on ne peut ranger franchement ni parmi les arbres, ni parmi les herbes; entre les végétaux terrestres et les végétaux aquatiques, il y a toutes les transitions; une espèce saprophyte peut devenir accidentellement parasite, etc...

Nombre d'espèces nous offrent des exemples de *différenciation peu accentuée*, ou même à peine indiquée : la tubérisation de certaines tiges souterraines, et de certaines racines, l'irrégularité de certaines fleurs, sont si peu prononcées qu'elles sont à peine appréciables.

On connaît des exemples de *fonctionnement accidentel* : il y a des fleurs qui restent fermées sous l'influence de conditions extérieures particulières et se pollinisent alors elles-mêmes, tandis que dans les conditions ordinaires, elles s'ouvrent normalement et subissent la pollinisation croisée.

Chez d'autres espèces, le fonctionnement est modifié *d'une*

façon constante. La fleur du Pois présente tous les traits caractéristiques des fleurs pollinisées par les insectes, celle du Froment tous ceux des fleurs pollinisées par le vent, et cependant les fleurs de ces deux plantes se pollinisent généralement elles mêmes. Un changement peu appréciable dans la conformation des organes suffit parfois pour modifier complètement leur fonctionnement.

D'autre fois encore, le *fonctionnement est double.* Certaines fleurs adaptées à la pollinisation croisée peuvent se polliniser elles-mêmes, lorsque les insectes ne les ont pas visitées : un léger déplacement des organes sexués, à la fin de la floraison, suffit pour produire ce résultat.

Certaines adaptations, enfin, sont devenues *inutiles.* Les fleurs de la Ficaire possèdent tous les détails de l'organisation des fleurs entomophiles ; elles restent cependant stériles parce que leur pollen est mal conformé.

Tout n'est pas parfait dans le monde végétal, pas plus qu'ailleurs ! « Lorsqu'il s'agit d'adaptation, il n'est pas inutile de poser une question préjudicielle : est-elle aussi parfaite qu'on le croit ordinairement ? L'harmonie miraculeuse, l'adaptation exacte qu'il nous semble voir partout n'est-elle pas souvent une illusion due à ce que nous ne percevons que le résultat brutal : l'animal ou la plante vit, et nous ne pouvons estimer la somme d'efforts employés, de défaites subies, d'actions nuisibles supportées en vue d'assurer cette vie. Ce que nous voyons, c'est l'excédent du bien sur le mal, et il ne peut en être autrement, car si le résultat était opposé, l'organisme aurait péri. » (1)

Et de fait, beaucoup d'espèces animales et végétales n'ont-elles pas disparu avant l'apparition de l'homme sur la terre ?

---

(1) Yves Delage et M. Goldsmith. *Les théories de l'Evolution*, p. 339.

Parmi elles, plusieurs sans doute se sont modifiées, se sont transformées en donnant naissance à d'autres espèces, mais beaucoup aussi n'ont pu s'adapter aux conditions nouvelles du milieu ambiant : elles ont longtemps souffert, leurs représentants sont devenus de plus en plus rares, puis finalement ces espèces se sont éteintes complètement. Ce phénomène se produit encore sous nos yeux : les Fougères arborescentes, les Hymenophyllum, les Cycadées et bien d'autres types, autrefois très répandus sur notre globe, n'existent actuellement que dans quelques coins en attendant leur disparition totale.

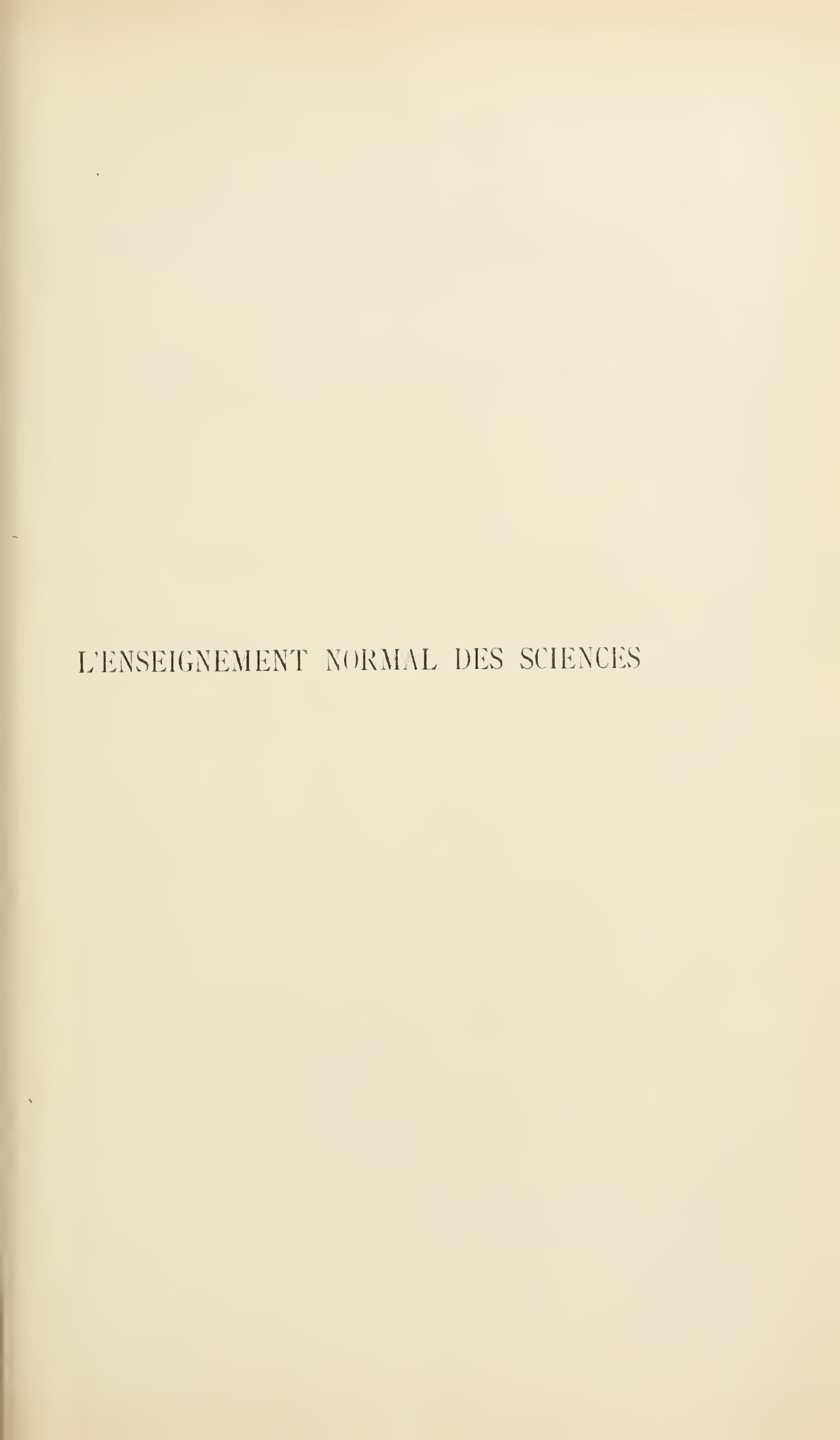
Terminons par une dernière réflexion. Les plantes qui existent à la surface du globe sont soumises à des influences diverses : la lumière, la chaleur, l'humidité, la nature du sol, la concurrence des espèces rivales, les ravages causés par les animaux, etc., sont des facteurs qui excercent une action directe sur les organes végétatifs, mais dont l'effet se fait moins sentir sur les organes de la reproduction; aussi constate-t-on que les tiges, les feuilles, les racines sont sujettes à de nombreuses et profondes adaptations, tandis que les fleurs ne sont guère influencées que par le mode de pollinisation et les fruits par le mode de dissémination.

Chaque espèce est spécialement adaptée à un ensemble de circonstances (climat, terrain, etc.,) qui agissent puisamment sur l'appareil végétatif. On comprend donc que les *caractères spécifiques* sont des CARACTÈRES ADAPTATIONNELS fournis par les *organes de végétation*, tandis que les *caractères génériques et les caractères familiaux* sont, au contraire, des CARACTÈRES DE PARENTÉ fournis principalement par les *organes de reproduction.*

Les particularités organiques qui trouvent leur explication dans leur utilité sont du domaine de l'Ethologie : telles sont

les modifications que nous présentent les arbres, les lianes, les plantes bulbeuses, les fleurs pollinisées par le vent, etc... Les autres particularités n'ayant aucune utilité actuelle, constituent comme un patrimoine transmis de génération en génération. On ne voit pas la nécessité fonctionnelle d'une corolle à quatre pétales plutôt qu'à cinq ou six ; d'un ovaire supère ou d'un ovaire infère, etc., et cependant ce sont là des dispositions constantes dans certaines familles.

Ces considérations sont de nature, me semble-t-il, à faire mieux saisir la différence existant entre la *Botanique systématique* qui est basée sur la Morphologie et la *Botanique biologique* qui cherche à expliquer le fonctionnement des organes. Ces deux parties de la Science correspondent à deux points de vue qui se complètent heureusement l'un l'autre et nous permettent, dans une large mesure, de comprendre la raison d'être de l'organisation si diversifiée du monde végétal.



L'ENSEIGNEMENT NORMAL DES SCIENCES

L'ENSEIGNEMENT NORMAL

DES

SCIENCES

Discours prononcé

PAR

A. GRAVIS

Recteur de l'Université de Liége

à la Séance solennelle d'ouverture des Cours
le 22 Octobre 1912



LIÉGE

IMPRIMERIE LIÉGEOISE, HENRI PONCELET, S. A.

54, RUE DES CLARISSES, 54

107930

L'Enseignement normal des Sciences

Messieurs,

Arrivé au terme de mes fonctions rectorales, il me sera sans doute permis de développer devant vous quelques idées relatives à l'Enseignement, et plus particulièrement à l'Enseignement normal.

Depuis plus de vingt-cinq ans, mes leçons à la Candidature en Sciences naturelles s'adressent, chaque année, à une centaine de jeunes gens qui font leur entrée à l'Université. Je suis témoin des difficultés qu'ils rencontrent, de leurs efforts, de leur premier succès, ou de leur premier échec. Les exercices du Laboratoire me mettent à même d'apprécier l'état de leurs connaissances au début de leurs études universitaires, de voir de quelle façon ils travaillent, et de constater combien laisse à désirer la préparation qu'ils ont reçue dans les Athénées et les Collèges

A part quelques rares exceptions, les jeunes gens qui ont terminé leurs études moyennes n'ont aucune initiative ; il ne savent pas distinguer l'important de l'accessoire ; ils sont incapables de comparer, de réfléchir, de saisir les idées directrices ; en un mot, ils ne savent pas étudier. Ceux qu'on appelle les bons élèves excellent à

réciter, c'est-à-dire à répéter ce qui se trouve dans leurs livres et leurs cahiers ; mais ils ne savent ni observer, ni dire ce qu'ils voient ; ils ne peuvent découvrir la moindre idée, ni l'énoncer par leurs propres moyens. Ils sont comparables à ces peintres impuissants à composer un tableau d'après nature, mais qui, dans les Musées, copient les œuvres des grands Maîtres avec une telle perfection qu'il devient difficile de distinguer la copie de l'original.

En tout ceci, je n'ai fait aucune découverte. Un grand nombre de professeurs, aussi bien dans l'Enseignement moyen que dans l'Enseignement supérieur, ont exprimé semblable opinion.

« Tout le monde est unanime à constater la décadence des études littéraires, sans compensation suffisante du côté de la science. La situation des humanités en Belgique et, partant de tout ce qui repose sur cette base, est loin d'être brillante (1). »

— « En général, un jeune homme qui termine les humanités ne sait ni écrire, ni parler, ni penser. Ce n'est pas faute de labeur cependant, car, comme l'a constaté M. Thonissen, la Belgique est le pays du monde où l'on impose le plus de travail à l'écolier, où l'on viole le plus aveuglément les lois du développement organique de l'individu (2) ».

— « Les jeunes cerveaux de nos adolescents sont surchargés à l'excès de choses abstraites, tandis qu'on a entièrement négligé de développer leurs facultés d'intuition, d'observation, d'attention, de combinaison... Les étonnantes facultés d'observation, de spontanéité, de curiosité, que nous admirons chez les enfants même tout petits, au lieu de s'être développées, accrues, affinées au cours des nombreuses années scolaires, se sont, au contraire, atrophiées au point d'être méconnaissables (3) ».

— « La grande majorité des élèves ont une préparation absolument insuffisante au point de vue de la faculté de raisonner... Ils ne

(1) R. P. Verest. *La question des Humanités en Belgique.*

(2) A. Proost. *La réforme des Humanités.*

(3) H. Lebrun. *Moins de Grec et de Latin ! Plus de Sciences naturelles !!*

se preoccupent que d'apprendre leurs cours et de développer leur mémoire, plutôt que leur jugement et leur raisonnement... Si la proportion des échecs aux examens n'est pas plus considérable, c'est que les épreuves donnent à la mémoire un rôle exagéré (1) ».

Nul ne contestera l'importance capitale de l'Enseignement moyen au point de vue de la formation intellectuelle des jeunes gens et de la préparation nécessaire à ceux d'entre eux qui entreprennent des études supérieures. Dans un article consacré au compartiment de l'enseignement des Humanités à l'Exposition de Bruxelles en 1910, M. le Recteur D. De Moor s'exprime ainsi : « Si l'Allemagne a mis un zèle si minutieux à constituer cette partie de son Exposition, c'est qu'elle estime que l'enseignement secondaire est pour une nation l'instrument de toute culture libérale. C'est la force ou la faiblesse de cet enseignement qui détermine le niveau des études universitaires ; c'est de sa direction, bonne ou mauvaise, que dépend l'esprit général de la société ; enfin, ce sont ses progrès ou sa décadence qui décident parfois de l'avenir intellectuel et même politique d'un pays. »

En Belgique, les Inspecteurs et les Professeurs de l'Enseignement moyen ont, à maintes reprises, signalé la nécessité de diverses réformes, notamment celle des programmes et des méthodes. (2)

La réforme des programmes est depuis longtemps étudiée par le Conseil de perfectionnement et une Commission a été spécialement chargée d'élaborer un projet. Quant à la réforme des méthodes d'enseignement, elle

---

(1) *Situation de l'Enseignement supérieur donné aux frais de l'Etat.* Rapport triennal de l'Université de Gand, 1907, 1908 et 1900, p. CLX et CLXI.

(2) Dans un compte-rendu du Congrès de l'Enseignement moyen tenu à Bruxelles en 1901, un éminent pédagogue français, M. Emile Bourgeois, a rendu un hommage très mérité aux efforts et à la

me paraît bien plus importante encore. Il ne suffit pas qu'elle soit officiellement décrétée, elle doit être réalisée par une meilleure organisation de notre Enseignement normal. Il est urgent de porter remède aux défauts que celui-ci présente.

* * *

L'Enseignement normal, en notre pays, comprend trois degrés :

l'Enseignement normal primaire,
l'Enseignement normal moyen,
l'Enseignement normal supérieur.

Ce dernier était donné autrefois par deux établissements de l'Etat : l'Ecole normale des Humanités à Liége, et l'Ecole normale des Sciences à Gand. Ces Ecoles avaient le privilège de former les professeurs des Athénées et des Collèges communaux. Elles n'étaient peut-être pas à l'abri de toutes critiques, mais elles étaient perfectibles et auraient pu, au prix de quelques réformes, rendre d'excellents services à la cause de l'Enseignement. Elles furent néanmoins supprimées en 1890. Aux quatre Universités du Royaume, la Loi de 1890-1891 attribua le droit de conférer le grade de Docteur en Philosophie et Lettres, celui de Docteur en Sciences physiques et mathématiques, et celui de Docteur en Sciences natu-

---

persévérance de nos professeurs : il a loué « l'ardente émulation de tous les maîtres de l'enseignement secondaire à servir de leur mieux la nation qui leur confie le soin de son génie et de sa prospérité ; leur étroite et féconde solidarité, que ne limitent pas les frontières ; l'espoir enfin que tous les hommes éclairés, associés à leurs recherches, mettent dans leur dévouement et leur clairvoyance. » — *Revue Universitaire*, 10e année, tome II (1901), p. 341.

Les professeurs d'Universités ratifient volontiers ces paroles et applaudissent aux efforts de leurs collègues de l'Enseignement moyen.

relles, tous trois préparatoires au Professorat de l'Enseignement moyen.

Désirant me limiter au champ de ma compétence, je ne parlerai ici que du Doctorat en Sciences naturelles. Ce Doctorat comprend quatre spécialités : les sciences chimiques, les sciences botaniques, les sciences zoologiques, et les sciences minérales. Il résulte d'une statistique que j'ai faite, que de 1891 à 1910, soit en une période de vingt ans, il a été délivré en Belgique :

136	diplômes	de	Docteur	en	sciences	chimiques,
30	»	»	»	»	»	botaniques,
11	»	»	»	»	»	zoologiques,
10	»	»	»	»	»	minérales.

La très grande majorité des Docteurs en Sciences naturelles sont donc des chimistes (près de 73 pour cent !).

Si on se demande quelle est la raison d'être de ce fait, on répondra immédiatement que la Chimie étant une science susceptible d'applications techniques, celui qui a choisi cette spécialité peut espérer trouver un emploi dans l'Industrie, s'il n'entre pas dans l'Enseignement. Il y a, cependant, une autre cause qui détourne bien des jeunes gens des Doctorats en Botanique, en Zoologie, en Minéralogie et Géologie : c'est une disposition funeste de la Loi de 1890-1891. Une annexe à l'art. 21, en effet, stipule que « les aspirants au grade de docteur en sciences naturelles qui se destinent au professorat de l'enseignement moyen devront subir un examen approfondi sur la chimie générale et sur la chimie analytique, et se soumettre à une épreuve pratique sur ces matières, à moins que leur examen de doctorat ne porte sur le groupe des sciences chimiques. »

Il résulte de là que pour enseigner la Chimie, le botaniste, le zoologiste, le minéralogiste et le géologue doivent

subir un examen approfondi, théorique et pratique, en Chimie ; tandis que pour enseigner les sciences biologiques et minérales, le chimiste n'a à subir aucun examen complémentaire ! Il semble que le Législateur ait été seul à ne pas voir le danger d'une telle disposition de la Loi. Après deux années de Candidature en Sciences, deux ou trois années de Doctorat en Chimie, le jeune professeur peut certainement être très fort en Chimie, mais il a oublié les notions élémentaires de Botanique et de Zoologie qu'il a reçues durant la première année de ses études universitaires. Ces notions élémentaires étaient d'ailleurs insuffisantes au point de vue pédagogique. Comment le docteur en Chimie enseignera-t-il la Biologie? Il adoptera un traité quelconque, il en suivra servilement le texte, et le fera réciter sans chercher à faire la moindre démonstration. Au surplus, il n'attachera guère d'importance à ce qui n'est pas sa spécialité.

Le Congrès de Botanique réuni à Bruxelles en 1910 a émis quelques vœux qui intéressent l'Enseignement, notamment celui-ci :

« L'enseignement des sciences biologiques ne devrait être confié qu'à des professeurs ayant fait des études préparatoires spéciales, et non à des physiciens ou à des chimistes. » Ce désir est si légitime et si compréhensible, qu'il me paraît inutile de chercher à le justifier plus longuement.

*
* *

Nous ne demandons pas à l'Enseignement moyen de nous fournir des jeunes gens très instruits dans les Sciences naturelles, mais nous lui demandons des élèves *désireux d'apprendre* et *sachant étudier*. Pour qu'ils soient désireux d'apprendre, il faut que la Science ne leur ait pas été présentée d'une façon rebutante, comme une chose

abstraite, comme une chose qui existe dans certains livres, mais qui n'intéresse en rien notre vie de tous les jours. Pour qu'ils sachent étudier, il faut qu'ils soient en état de *concevoir* c'est à dire de se représenter exactement les êtres et les phénomènes, et qu'ils soient aussi en état *d'énoncer*, c'est à dire d'exprimer par leurs propres moyens ce qu'ils ont compris.

La mémoire enregistre sans effort ce qu'on a bien vu : elle sera donc d'autant mieux aidée que les observations seront plus nombreuses et plus exactes. De là, la nécessité des démonstrations et des travaux de laboratoire. Certes l'élève ne peut tout voir ; le professeur ne peut songer à lui faire contrôler « de visu » tout ce dont il parle. Mais les types qui ont été examinés à fond permettent de se rendre compte aisément de ceux qui n'ont pu être vérifiés.

Abandonné à lui-même, surchargé de notions abstraites, l'élève trouve plus commode de ne faire aucun effort de conception et d'énonciation : il « répète » ses cours si souvent et avec tant d'obstination qu'il finit par pouvoir les réciter au jour déterminé de la composition ou du concours. Dans cet art il y a des virtuoses qui arrivent à des résultats incroyables et qui paraissent vraiment savoir. Mais, hélas, quelques semaines plus tard, il ne reste absolument rien de ces constructions éphémères, de ces vains étalages. Combien nous en voyons de ces étudiants, qui ne sachant ni concevoir ni énoncer, ne peuvent qu'apprendre par cœur : ils ne s'assimilent rien, ils ne produisent rien. Les deux premières années de leurs études universitaires sont employées à combattre ces habitudes mauvaises. Plus tard, dans la Faculté de Médécine ou dans la Faculté technique, se trouvant aux prises avec les applications de la Science, nos étudiants comprennent réellement que *savoir est le résultat d'un travail de recherche, d'intelligence et de réflexion, et non d'un effort de mémoire.*

La chose essentielle à acquérir dans les Athénées et les Collèges est donc une éducation scientifique telle que les jeunes gens soient mis à même de tirer immédiatement le meilleur parti de l'enseignement qu'ils recevront à l'Université. C'est en cela que se résume la préparation que nous leur demandons. Je ne parle pas de la culture littéraire, des connaissances historiques, géographiques, et mathématiques qu'il convient également d'exiger à l'entrée de l'Université. Je laisse à d'autres, plus compétents que moi en ces matières, le soin de déterminer en quoi doit consister la préparation à ces divers points de vue.

On objectera, sans doute, que l'Enseignement moyen ne peut pas se contenter de donner *l'éducation scientifique* aux jeunes gens qui feront plus tard des études universitaires, mais qu'il doit donner aussi une *instruction scientifique* assez complète à ceux qui ne feront pas d'études supérieures. Or, il n'est malheureusement pas possible de connaître, dès le début de leurs études, quels sont les élèves qui sont destinés aux carrières libérales et ceux qui entreront dans les carrières professionnelles. Les vocations et les aptitudes ne se manifestent que plus tard.

Certes, il y a là une sérieuse difficulté, mais elle n'est pas insurmontable. Les premières années étant communes à tous, il semble qu'une bifurcation vers la fin des études moyennes suffisse pour séparer ceux qui ont besoin d'une instruction scientifique en vue des carrières professionnelles, de ceux auxquels il importe surtout de donner une éducation scientifique préparant aux études supérieures.

* * *

On s'accorde, avons-nous dit, à reconnaître que les résultats obtenus par l'Enseignement moyen laissent beau-

coup à désirer, mais on s'entend moins lorsqu'il s'agit de trouver les causes de cet état d'infériorité. Généralement on accuse les programmes et on en réclame la révision. Quelques esprits clairvoyants ont, cependant, attiré l'attention sur la nécessité de modifier les méthodes d'enseignement.

Dans un livre écrit avec franchise et vigueur, M. G. Le Bon déplore l'incompréhension de ceux qui ne voient pas que la cause principale dé l'état déplorable dans lequel se trouve l'Enseignement en France tient à la pauvreté des méthodes employées. On change constamment les programmes, dit-il, sans modifier les méthodes. C'est précisément l'inverse qu'il faudrait faire, et tant qu'on ne le comprendra pas, les résultats resteront aussi lamentables. « Avec une bonne méthode, les programmes peuvent tenir en quelques lignes (1). »

M. G. Le Bon fait remarquer aussi « que les Allemands, avec des programmes fort peu différents, ont su réaliser des progrès scientifiques et industriels qui les ont mis à la tête de tous les peuples. » — « Les programmes, ajoute-t-il, ne sont que des façades. On peut les changer à volonté, mais sans modifier pour cela les choses invisibles et profondes qu'elles abritent. On s'en prend aux façades parce qu'on les voit. On n'essaie pas de toucher à ce qui est derrière, parce que le plus souvent on ne le discerne pas (2). »

Il nous est permis d'espérer que la même faute ne sera pas commise en Belgique. La nécessité de réformer les méthodes d'enseignement a été exprimée chez nous à diverses reprises. Elle se trouve très nettement formulée, en 1910, dans le rapport rédigé par notre savant Collègue,

---

(1) G. Le Bon. *Psychologie de l'Education*. p. VI et p. 116.
(2) *Loc. cit.* p.p. 13 et 24.

M. le Prof. Ch. Dejace, au nom de la Commission chargée d'élaborer un projet d'unification des programmes.

« Il nous est impossible, dit il, de ne pas rappeler combien, au cours de nos débats, à chaque instant pour ainsi dire, s'est dressée devant nous la question des méthodes. Si le problème de la réforme de l'Enseignement moyen peut être résolu, il le sera non seulement par la refonte des programmes et des plans d'études. Il le sera surtout par le renouvellement des méthodes, par les progrès constants d'une pédagogie affranchie de l'esprit de routine et consciente des devoirs que lui impose sa mission essentielle : *faire de nos enfants des hommes* ! »

Les méthodes pédagogiques auxquelles il est fait allusion ici diffèrent évidemment selon les objets auxquels elles s'appliquent. En ce qui concerne l'enseignement des sciences naturelles, elles consistent surtout en exercices d'observation que les élèves doivent exécuter sous la direction du maître. C'est en analysant et en comparant des faits qu'ils seront amenés, sans effort, à la synthèse finale.

« La faculté d'abstraction ne peut être postulée dès le début ; cette faculté se développera d'autant plus sûrement et solidement que ses bases concrètes seront plus claires et plus multiples. *L'abstrait sera donc une généralisation progressive du concret* et, à la moindre défaillance, il doit s'adresser, pour retremper ses forces, au réel ou au tangible (1) ».

— « C'est une erreur trop répandue de penser que l'idéal, en fait d'enseignement scientifique, est d'infuser à de jeunes esprits des idées toutes faites, choisies parmi celles qui passent pour les plus exactes. De là le système actuel d'occuper la moitié du temps des études à prendre des notes et l'autre moitié à les apprendre. On oublie trop facilement que, si la formule apprise est adéquate à la formule enseignée, l'idée attachée dans les deux cas à cette même formule est toute différente. Pour le professeur, derrière les mots employés, il y a tout un ensemble de faits, empruntés à son expérience personnelle, qui viennent se presser dans sa mémoire ; pour l'élève, il n'y a rien, à moins que, par un effort personnel, il n'ait,

(1) H. Ploumen. *Rapport sur l'enseignement des Mathématiques*, 1911.

en rapprochant une série de faits antérieurement connus de lui, fait cette idée sienne. *Ce sont ces idées personnelles qui seules ont une valeur pratique quelconque*; *les autres, celles qui ont été apprises mécaniquement, glissent sur l'entendement sans y pénétrer. Au bout de quelques années leur trace est totalement effacée* (1) ».

Il faut donc aller du concret à l'abstrait et chercher toujours à intéresser les débutants en leur mettant en mains des réalités palpables.

— « En Angleterre et en Amérique, les élèves apprennent à travailler dans des laboratoires bien outillés. On met en pratique la méthode de redécouverte.

Sans doute, on ne va pas jusqu'à espérer que les élèves pourront eux-mêmes retrouver les lois de la nature ; mais un mélange harmonieux de découvertes. de vérifications et de corrections, semble être l'idéal des meilleurs professeurs de sciences naturelles. On attache beaucoup d'importance au compte-rendu exact des observations et des expériences. Les carnets d'observations et de notes des élèves sont considérés comme une des meilleures preuves de l'excellence de leur travail (2) ».

« L'important n'est pas d'apprendre beaucoup de choses aux élèves, mais de les initier à la pratique d'une bonne méthode de recherches personnelles. » (3) Cette méthode d'émancipation leur donnera le moyen d'apprendre par eux-mêmes, et par la suite de se tirer d'affaires par leurs propres moyens.

« Dans l'esprit des Américains, le critère du progrès en éducation est l'avancement vers un régime qui assure à l'élève la plus grande activité personnelle ; le souci des professeurs est de réduire au minimum leur intervention, de façon à donner à l'élève graduellement l'initiative, le contrôle sur ses actes, l'empire sur soi, la discipline interne qui le dispense de chercher des guides hors de lui.» (4)

---

(1) H. Lechatelier, Professeur au Collège de France.

(2) *Le Temps*, 13 octobre 1901.

(3) A. Sluys. *Les compartiments scolaires à l'Exposition de Bruxelles en 1910.*

(4) M. Buyse. *Les Méthodes américaines d'Education.*

Combien ce régime est différent de celui qui a régné dans nos écoles et qui, malheureusement, y règne trop souvent encore.

Dans un remarquable discours prononcé il y a une couple d'années, M. le Prof. A. Bovy a montré d'une façon saisissante les défauts de l'enseignement mnémonique.

« Les théories et les généralités enseignées dogmatiquement s'arrêtent à la mémoire, qui ne les garde pas longtemps ; elles ne vont pas remuer la force vive de la pensée. Ceux qui les répètent ne font que l'office de perroquets supérieurement dressés. Elles leur donnent, comme dit Leibnitz, la paille des mots sans le grain des choses. .....

L'erreur capitale de l'ancienne pédagogie a été de croire que c'est uniquement en s'adressant à la mémoire qu'on peut éduquer et instruire. Malheureusement, « sçavoir par cœur n'est pas sçavoir », comme disait Montaigne. Un esprit n'acquiert réellement une vérité scientifique que s'il a refait pour son compte le chemin parcouru par ceux qui l'ont découverte. Le mettre directement en présence des vérités générales sans lui faire comprendre comment elles furent trouvées expérimentalement, sans lui montrer par quels moyens il pourrait les redécouvrir lui-même, c'est le jeter à l'eau pour lui apprendre à nager. Et quoi qu'on en dise, c'est là un moyen à peu près infaillible de noyer les gens......

Les programmes ont peu d'influence sur les résultats de l'enseignement. C'est la méthode qui importe, et, avec une méthode excellente et de bons professeurs, tous les programmes seraient bons....

Un enseignement abstrait et purement mnémonique ne peut plus nous suffire. Aussi devons-nous enseigner par le concret et le particulier avant de nous élever aux généralisations : l'expérience toujours doit précéder la théorie » (1)

— « La méthode mnémonique, dit encore G. Le Bon, consiste à enseigner oralement ou par des livres ; la méthode expérimentale met d'abord en contact avec les réalités et n'expose les théories qu'ensuite. La première est exclusivement adoptée par les Latins, la seconde par les Anglo-Saxons. » (2)

---

(1) A. Bovy. *Enseignement mnémonique et Enseignement expérimental.*— Revue de Belgique 1910.

(2) *Loc. cit.*, p. 196.

— « Rien de plus facile, disait le grand chimiste Dumas, avec la souplesse et la sûreté de mémoire qu'on rencontre chez nos jeunes élèves, que de leur faire apprendre par cœur un cours de chimie. Ils retiendront tout, principes généraux, formules, chiffres, développements, et pourront se faire illusion sur leur savoir réel, mais, à peine sortis du lycée, ils s'apercevront qu'ils s'étaient bien trompés, *car il ne leur restera rien de ce qu'ils avaient si aisément appris.* » (1)

— « Beaucoup d'élèves, tant sur les bancs de l'Université qu'à l'Athénée, retiennent de mémoire des démonstrations, et cela non pas par faiblesse de raisonnement, mais plutôt par paresse intellectuelle, par manque de volonté. En ce cas, les mathématiques deviennent le plus sûr moyen d'abrutissement intellectuel qui existe et partant elles provoquent un véritable dégoût pour l'étude. C'est contre cette tendance de l'élève à abuser de la mémoire, que le professeur devra lutter constamment. » (2)

L'élève qui a pris l'habitude d'apprendre des cours par cœur, ne sait plus rien apprendre autrement ; il ne retient pas ce qu'il voit ou entend occasionnellement. Ce qui n'est pas dans ses livres et ses cahiers n'existe pas pour lui. C'est là, on le conçoit, une cause de stérilité, tant pour ses études que pour sa conduite ultérieure dans la vie.

*
* *

Dans une intéressante étude intitulée : « La Pédagogie à l'Université », M. le Prof. J. Renard a montré d'une façon saisissante que « la préparation professionnelle du maître, est d'une nécessité aussi impérieuse pour le professeur de l'Athénée que pour l'instituteur ordinaire. »

— L'initiation pédagogique est l'objet de soins constants dans la formation des instituteurs et des professeurs d'écoles moyennes ; pourquoi est-elle négligée dans la préparation des jeunes docteurs qui devront enseigner dans les Athénées à des enfants sensiblement

(1) Dumas. *Instructions sur le plan d'études des Lycées*, 1854.

(2) J. Renard. *La Pédagogie à l'Université*, p. 75.

de même âge et de même mentalité que ceux des classes supérieures de l'école primaire, que ceux de l'école moyenne?....

Or, aujourd'hui, il y a solution de continuité entre l'enseignement primaire et celui de l'Athénée, et elle se fait d'autant plus vivement sentir que l'élève quitte un maître averti par une longue expérience, pour rencontrer souvent en septième des professeurs jeunes, débutant et manquant de préparation.....

Pourquoi laisser ignorer au jeune maître tout ce que d'autres ont découvert par une pratique longue et laborieuse, pourquoi l'obliger à s'avancer dans les ténèbres au risque de faire de faux pas, de se perdre et de perdre tous ceux qui doivent le suivre. Les leçons que donne l'expérience coûtent cher, sont même parfois mortelles ; pourquoi forcer le débutant à constater cette pénible vérité et ne pas lui faire acquérir de l'expérience dans les conditions les moins dangereuses pour lui et pour les autres. (1) »

Quelles sont les conditions d'une bonne préparation des professeurs de l'Enseignement moyen ? Dans cette préparation, il y a tout d'abord une importante distinction à faire : d'un côté *la culture intellectuelle,* c'est à dire les études littéraires ou scientifiques pures ; d'autre part *la formation pédagogique*, c'est à dire l'étude professionnelle proprement dite. Je ne m'arrête pas à la culture intellectuelle qui a toujours fait l'objet de soins attentifs, mais je voudrais insister sur la formation pédagogique qui a souvent été trop négligée. C'est ce que reconnaissent beaucoup de professeurs, notamment M. J. Gautier, Inspecteur d'Académie.

« La plupart d'entre nous, dit-il, pour ne pas dire tous, que nous ayons passé par l'Ecole normale ou par une Faculté, ou que nous nous soyons formés seuls, nous avons, au cours de nos études, appris beaucoup de choses, sauf la façon de les enseigner. On nous a jetés brusquement dans le torrent de l'enseignement en nous laissant nous débrouiller. Ceux qui avaient eu de bons exemples s'en sont tirés comme ils ont pu, d'autres médiocrement, d'autres pas du tout. Le tout au grand dommage et de nos élèves et de nous-mêmes. » (2)

---

(1) *Loc. cit.*, pp. 15, 17.

(2) Cité par M. Dugard, *de la Formation des Maîtres de l'Enseignement secondaire*, p. 225.

Le Congrès international de l'Enseignement secondaire en 1900, après avoir entendu le rapport de M. Picavet et avoir discuté le problème, a déclaré *nécessaire que les maîtres de l'enseignement secondaire reçoivent une éducation pédagogique.* M. Léon Bourgeois, ancien Ministre de l'Instruction publique en France, s'est exprimé d'une façon bien précise en disant :

« L'erreur commise a été de confondre les nécessités de l'enseignement supérieur et celles de l'enseignement secondaire. Le premier n'a d'autres limites que celles de la science humaine ; on n'y saurait jamais trop exiger l'étendue des connaissances, la préci iou de l'érudition, la profondeur des recherches. Tout autre est le caractère de l'enseignement secondaire qui, visant un but limité, la formation de l'esprit de la moyenne de chaque génération, veut moins d'appareil savant et plus de préoccupations purement éducatrices...... L'agrégation révèle au plus haut degré cette erreur. Elle devrait être non un grade des études supérieures, mais un certificat d'aptitude à l'enseignement secondaire......

Et puis, il y a certaines manières de « faire la classe » que j'admire et que je redoute en même temps. Je parle de beaucoup de professeurs distingués, brillants même, qui y mettent toute leur ardeur et tout leur talent. C'est une occasion pour eux de se distinguer personnellement, en suivant et en faisant valoir leurs propres goûts, devant quelques élèves d'élite auxquels ils se communiquent. Mais les autres, dont nous avons cependant la charge ? Certes, ces professeurs sont très aimés de tous les élèves : ils laissent tranquilles les médiocres et les mauvais, et les forts sont ravis d'un maître dont ils semblent partager un peu la renommée. Je ne puis m'empêcher de penser que le but de l'enseignement public, qui doit s'adresser à tous, est mieux atteint et le profit pour l'Etat encore plus considérable lorsqu'un professeur plus modeste parvient à faire travailler l'ensemble de ses élèves, à entraîner la masse, dont il a charge, à tirer de tous ce qu'ils peuvent véritablement donner.....

Le professeur d'enseignement secondaire ne doit pas être un spécialisé ; dès le jour où il s'est tout à fait specialisé, il perd de vue l'objet de l'enseignement secondaire, qui est la préparation générale de l'esprit de l'enfant. » (1)

Réclamant la suppression de l'agrégation, M. G.

(1) *Ibidem*, pp. 187, 235 et 238.

Le Bon démontre, par les dépositions de l'enquête scolaire, que si les maîtres sont faibles au point de vue pédagogique, « c'est que les nécessités du concours de l'agrégation *en fait des spécialistes au lieu d'en faire des professeurs.* » (1)

Parmi les cours qui existent dans nos Universités, il en est qui sont souvent négligés et qui cependant seraient, pour les normaliens, de la plus grande utilité. Je veux dire les cours d'Histoire des Sciences. Rappeler comment les découvertes scientifiques ont été faites, comment les connaissances humaines se sont développées, quel meilleur moyen d'inculquer aux jeunes savants l'esprit critique, de leur faire comprendre l'état réel de la Science, ce qu'elle vaut, comment elle s'acquiert.

Il ne faut pas, sous prétexte de pédagogie instituer des cours théoriques de Méthodologie, formulant « ex cathedra » des préceptes et une doctrine que les étudiants sauront réciter le jour de l'examen, mais qu'ils ne sauront pas pratiquer. Ce qu'il faut, c'est un véritable apprentissage des meilleurs procédés d'enseignement et de discipline scolaire, sous la direction de maîtres expérimentés.

En Allemagne, le diplôme conférant le droit d'enseigner dans les Ecoles secondaires n'est délivré qu'après un stage d'un an ou deux dans un séminaire annexé à un Gymnase ou à une Ecole réale. Durant ce stage, les candidats assistent aux leçons des maîtres, aux examens des élèves, aux réunions scolaires et donnent eux-mêmes plusieurs heures de leçons par semaine.

* * *

(1) *Loc. cit.*, p. 102.

Ces considérations générales nous permettent de concevoir comment devrait être organisé, chez nous, l'enseignement à donner aux jeunes gens qui se destinent au professorat de l'enseignement moyen.

J'ai dit tantôt que depuis 1891, les professeurs des Athénées et des Collèges communaux sont formés par les Facultés de Philosophie et des Sciences de nos Universités. En ce qui concerne les futurs professeurs de sciences biologiques, j'ai montré qu'il existe dans la Loi une regrettable lacune. Disons d'abord ce qu'il faudrait faire pour la combler.

Dans l'état actuel de nos Athénées et de nos Collèges, un même professeur est généralement chargé de l'enseignement de la Physique, de la Chimie, de la Botanique et de la Zoologie. Aussi longtemps qu'il en sera ainsi, il faudrait que le Doctorat en sciences naturelles préparatoire à l'Enseignement moyen ne fut pas divisé en spécialités. En d'autres termes, il faudrait pour acquérir ce diplôme subir un examen sur les quatre branches ci-dessus énumérées. C'est parfaitement réalisable si, pour chacune de ces branches, on se contente d'approfondir le programme des Athénées de manière que le professeur soit en état d'exécuter ce programme.

Dans quelques Etablissements, il y a un professeur de Physique et de Chimie et un professeur de Botanique et de Zoologie. En ce cas, on pourrait admettre à l'un de ces postes des Docteurs en Sciences physiques ou chimiques, et à l'autre des Docteurs en sciences botaniques ou zoologiques. (1)

---

(1) A côté des Mathématiques et des Sciences physico-chimiques, les Sciences biologiques doivent intervenir pour une large part dans la formation des jeunes gens, aussi bien de ceux qui se destinent à une carrière professionnelle, que de ceux qui feront plus tard des études universitaires. Les Sciences naturelles doivent avoir leur place dans

Il faut aussi penser à améliorer tous les Doctorats préparatoires au professorat de l'Enseignement moyen. Le doctorat en Philosophie et Lettres, le doctorat en Sciences physiques et mathématiques, le doctorat en Sciences naturelles devraient comprendre deux sections bien distinctes : l'une scientifique proprement dite, l'autre normale. L'enseignement serait complètement différent dans ces deux sections. Dans la section scientifique proprement dite, les cours resteraient ce qu'ils sont aujourd'hui. Dans la section normale, il faudrait développer le côté didactique, et pour cela :

1° — Il sera institué, pour chaque Science, un enseignement spécial de Méthodologie destiné à montrer ce qui, dans l'état actuel de nos connaissances, doit être regardé comme constituant les éléments de cette Science, ce qui doit faire le sujet des leçons au degré moyen, et de quelle façon les leçons doivent être faites.

2° — L'objet principal des cours normaux sera d'approfondir les matières à enseigner dans les Athénées.

3° — Les étudiants seront exercés à la préparation de leçons ; ils feront réellement ces leçons devant leur professeur et leurs comdisciples.

4° — Ils seront, en outre, astreints à faire, dans l'un des laboratoires qu'ils fréquentent, et à leur choix, un travail original à l'effet de s'initier aux méthodes de recherches et de se rendre compte de la façon dont la Science progresse.

---

chacune des classes primaires et moyennes suivant la méthode des cycles. En ce qui concerne l'importance des Sciences biologiques dans l'Enseignement à tous les degrés, consulter :

P. Pelsener, *L'Enseignement des Sciences biologiques*, Revue de Belgique, 1910.

A. Gravis, *Rapport présenté à la Ve Section du Congrès international de Botanique tenu à Bruxelles en 1910*. Actes du Congrès, vol. I. p. 315.

5° — Un stage dans un établissement d'enseignement du degré moyen sera exigé à l'effet de familiariser l'apprenti-professeur avec les élèves qu'il aura à diriger par la suite. Ce stage, antérieur au dernier examen, serait l'équivalent de celui qui est imposé au jeune médecin dans les cliniques, au jeune pharmacien dans l'officine d'un patron.

Quelques professeurs de nos Universités s'efforcent de réaliser ces desiderata dans les cours qu'ils font à ceux de leurs élèves qui se destinent à la carrière professorale. Je voudrais que ces efforts fussent généralisés et sanctionnés par des dispositions légales.

Je n'ignore pas non plus que par circulaire ministérielle du 3 décembre 1898, les Préfets d'Athénées ont été invités à charger de la suppléance de professeurs temporairement absents, ceux des surveillants qui seraient porteurs du diplôme légal. Une autre circulaire datée du 19 octobre 1899 permet aux surveillants d'assister à certains cours faits par les Professeurs, d'y prendre des notes, de donner eux-mêmes, de temps en temps, une leçon aux élèves en présence du Préfet, du Professeur titulaire et parfois de l'Inspecteur compétent. Ce sont là, semble-t-il, des mesures transitoires, prises en attendant une organisation plus complète.

*
* *

D'autres réformes ne s'adressent pas à l'enseignement des Sciences seulement, mais à l'enseignement en général.

On s'accorde à penser que les programmes sont surchargés et sitôt qu'on croit trouver quelque chose à supprimer on se demande ce qui pourrait être mis à la place ! Il est à désirer qu'on supprime le plus possible et

qu'on se borne à donner plus de temps aux branches conservées.

D'autre part, si on discute beaucoup au sujet des matières à enseigner, on se préoccupe d'ordinaire très peu de la façon dont les élèves les étudient. La surcharge des programmes a poussé les jeunes gens à tout confier à leur mémoire, sans chercher à comprendre ni à réfléchir.

Pour remédier à ce défaut capital, il est nécessaire, avons-nous dit, d'attacher plus d'importance aux travaux pratiques exécutés par les élèves. A l'Université, dans la Faculté des Sciences, nous constatons que les exercices ne donnent pas les résultats qu'ils devraient produire. Les étudiants ne savent pas utiliser le temps qu'ils passent dans les laboratoires : ils y travaillent comme des automates ; ils ne voient pas la liaison entre ce qu'ils font et le cours qu'ils ont à étudier ; ils se demandent même pourquoi ils ont à faire ces manipulations ? Ne suffit-il pas d'en connaître le résultat d'après les auteurs ? Si à l'examen, nous posons une question se rapportant à un sujet qui a fait l'objet de recherches au laboratoire, il est bien rare que nous obtenions une réponse satisfaisante. Le récipiendaire ne se rappelle pas ce qu'il a vu, tant il y a attaché peu d'importance ; d'ailleurs il n'a pas « bloqué » cela ; il s'en est tenu à ses cahiers !

C'est à l'Athénée et au Collège que les jeunes gens doivent apprendre à discipliner leurs mains, leurs yeux, leur attention, à diriger leurs réflexions sur un objet matériel ou sur un phénomène qui se passe devant eux.

Une habitude déplorable que les élèves contractent durant leurs études moyennes est celle de n'étudier que pour l'examen et non pour leur avancement intellectuel. Je l'attribue, pour une grande part, à l'usage établi depuis longtemps de faire connaître d'avance la date des compositions et des concours, en fixant les limites des matières

à savoir. On s'y prépare seulement quelques jours avant, par un grand effort de mémoire. Après l'épreuve, on oublie tout pour se préparer en vue d'une autre matière, qu'on négligera de même sitôt la composition terminée. Tout cela est comparable à une série de sauts en hauteur : celui qui les exécute retombe constamment à la même place sans progresser!

Il y a lieu, semble-t-il, de généraliser ce que M. J. Goffart a proposé en ce qui concerne l'étude de la Botanique.

« Tous les systèmes, dit-il, ont été essayés ; aucun n'a été trouvé complètement satisfaisant. Il faudra donc bien se contenter du moins défectueux.

Quoi que l'on fasse, il faut à tout prix condamner la *date fixe* pour plusieurs raisons Les élèves médiocres, ceux qui vont à l'école pour passer de classe et uniquement pour le bulletin ou certificat de sortie, ne travaillent pas dans l'intervalle entre deux concours. Pendant les quelques jours qui précèdent la composition, ils se livrent à un labeur excessif, sans aucun profit pour leur développement intellectuel. Au contraire, c'est une période de surmenage néfaste, énervant, épuisant, où l'élève s'efforce d'entasser dans sa mémoire une foule de connaissances aussitôt oubliées.

Ce qu'il faudrait, c'est laisser au professeur la faculté d'attribuer une partie des points du cours de Botanique. — au moins la moitié, — à l'application et aux progrès durant l'année, aux interrogations, aux répétitions orales, aux notes consignées par les élèves, aux dessins effectués par eux, à la bonne conservation des materiaux d'études, etc., en un mot, au travail réalisé par l'élève pendant toute la durée des cours.

L'autre fraction serait réservée à un seul concours qui aurait lieu, sans avertissement préalable. Ce ne doit pas être une surprise, mais un contrôle qui enregistre une situation aussi exactement que possible. On ne fera appel que pour une très faible part, aux notions confiées à la mémoire. (1) »

M. le Prof. L. Molitor préconise même la suppression complète des compositions. « Elles dénaturent dans la

(1) I. Goffart et A. Gravis. *Méthodologie de la Botanique*. p. 38.

conception des familles et des élèves le sens des études. Ici, elles procurent l'avance, sur un élève d'application continue, au « bloqueur » de la dernière heure. Là, elles illusionnent sur la signification relative des chiffres. » (1)

Ces inconvénients des compositions et des concours à date fixe, nous les retrouvons dans les examens universitaires, tels qu'ils sont subis aujourd'hui par des étudiants qui ne savent pas s'y préparer raisonnablement.

« Il y a un quart de siècle, disait M. A. Bovy, les jeunes gens qui sont les hommes de ma génération ont passé la majeure partie de leur temps, au collège, à étudier et à réciter des règles de grammaire, des principes de style et de composition, des lois physiques et des descriptions d'appareils qu'on ne faisait jamais fonctionner sous leurs yeux. Plus tard, à l'Université, ils ont consigné, dans des cahiers *ad hoc*, des cours soigneusement préparés par des professeurs savants, ils se sont appliqués à les emmagasiner en toute conscience dans leur cerveau pour pouvoir les reproduire plus ou moins complètement le jour de l'examen La crainte de l'examen était, pour l'étudiant d'alors, le commencement et la fin de la sagesse, et rarement, il éprouvait le besoin de pousser son étude plus loin que la lettre du cours. Quels résultats peuvent donner au point de vue de la culture générale et de la valeur professionnelle, d'aussi pauvres disciplines ?... Et ces malheureux forçats de la mémoire, à qui l'on a fait passer tant d'examens, sont souvent incapables, quand brutalement la vie les jette au milieu des réalités, d'aucun travail personnel. S'ils n'ont pas le bon esprit de se refaire eux-mêmes une éducation appropriée. ou le bonheur de tomber dans le giron d'une administration qui s'accommode de leur inertie mentale, ils iront grossir l'armée lamentable des déclassés intellectuels, ces insignifiantes épaves. En quelle estime peut-on tenir des méthodes d'une inefficacité aussi éclatante et les maîtres qui prétendraient encore les imposer (2) ».

Hélas, ce qui se passait il y a vingt-cinq ans se répète trop souvent encore aujourd'hui. Si les jeunes gens arrivaient à l'Université mieux préparés, sachant travailler

(1) L. Molitor. *Une causerie a propos de la réformes des études*, p. 26.
(2) A. Bovy. *Loc. cit.*

d'une façon judicieuse, ils utiliseraient mieux leur liberté et ne feraient plus de chaque examen un tour de force aussi désagréable qu'obligatoire.

A cette occasion, je me permettrai encore de faire tout haut une réflexion que je me suis faite souvent tout bas. Beaucoup d'étudiants se contentent de prendre des notes et de les accumuler pendant tout le premier semestre et une partie du second ; ils se promettent de les étudier à l'approche de l'examen. Le moment venu, ils font des efforts énormes, s'épuisent, s'énervent et finalement se présentent dans les plus mauvaises conditions physiologiques et psychiques. C'est là un détestable système. Un travail modéré et continu pendant toute l'année est suffisant et bien plus fécond.

Il est vivement à désirer aussi que les Commissions d'examens puissent, dans leurs délibérations, attribuer une large part à la valeur du travail accompli dans les laboratoires pendant l'année. Certains examens devraient même se faire entièrement dans les laboratoires, au milieu des objets de démonstration, des appareils, des modèles, cartes, planches murales, etc... Tout cela en vue de diminuer, autant que possible l'importance accordée jusqu'ici aux réponses purement verbales, qui consistent généralement en une récitation hésitante mêlée d'erreurs et d'invraisemblables confusions.

C'est que l'examen oral, purement théorique, est un mauvais « psychomètre ». On peut dire de lui ce qu'un ancien professeur à l'Ecole Polytechnique a dit plus particulièrement du baccalauréat : « il prend la mesure non des esprits, mais des mémoires ; non de la force intellectuelle acquise, mais des connaissances emmagasinées. Il mesure des quantités plus qu'il n'est apte à apprécier les qualités. » (1)

---

(1) Bertrand, *Enquête*, t. II, p. 540.

Malheureusement, il ne faut pas se le dissimuler, la réforme des examens sera plus difficile encore à réaliser que celle des programmes et des méthodes. Pour y arriver, il faut d'abord y penser et en parler (c'est ce que j'ai voulu faire aujourd'hui). Il faudra ensuite réaliser quelques réformes partielles. Un jour viendra, où le problème sera abordé de front : ce sera l'œuvre de nos successeurs !

La réforme définitive des examens sera la conséquence de bien d'autres changements : tout d'abord de l'amélioration tant désirée des études moyennes ; puis d'une importance plus grande attribuée aux exercices et travaux de laboratoires dans nos Universités ; d'une augmentation du personnel des assistants ; de l'agrandissement des locaux, etc...

*
* *

Résumons-nous.

Lors de la suppression des Ecoles normales de Liége et de Gand en 1890, divers doctorats préparatoires au professorat de l'enseignement moyen ont été créés, mais ne furent qu'incomplètement organisés. On a cru que les cours qui conviennent aux Docteurs en Sciences pures conviennent aussi aux Docteurs qui se destinent à l'Enseignement moyen. Là gît l'erreur : la « culture intellectuelle » des futurs professeurs est assurée, mais non leur « formation pédagogique ». Il importe de réparer cette grave erreur sans retard.

Il n'est pas, semble-t-il, nécessaire ni opportun de demander la reconstitution de l'Ecole normale des Humanités, et de l'Ecole normale des Sciences : il suffit de compléter l'organisation de l'Enseignement normal dans nos Doctorats, et tout particulièrement celui en Sciences naturelles, en mettant sur un pied d'égalité la Physique, la Chimie, la Botanique et la Zoologie.

Il faudrait, en outre, instituer ou renforcer l'enseignement pratique de la Méthodologie, les exercices de Pédagogie, créer un stage dans les établissements d'instruction moyenne, ne pas perdre de vue l'importance de l'histoire des Sciences, mais craindre la spécialisation trop prononcée des études dans les Doctorats préparatoires à l'Enseignement moyen.

Pour réformer les Athénées et les Collèges, une refonte des programmes ne suffit pas; il faut surtout changer les méthodes, faciliter leur application, donner plus d'importance aux exercices, modifier nos habitudes en ce qui concerne les compositions et les examens.

Actuellement chaque Université, dans notre pays, est appelée à donner :

un enseignement de Sciences pures,
un enseignement normal,
un enseignement professionnel.

La plus haute mission de l'Université est bien certainement de répandre l'enseignement de la Science pure, de la Science désintéressée qui fait connaître tout ce qui a été découvert, et s'efforce de pénétrer les mystères qui nous entourent encore. Après cet hommage rendu à la Science pure, je n'hésite pas à dire que la mission la plus noble de l'Université est de donner l'Enseignement normal, celui qui doit façonner les générations futures, et assurer la marche du progrès. Je ne crains pas de rencontrer de contradicteurs en affirmant que l'Enseignement normal des Universités a été trop oublié et trop négligé. Quant à l'enseignement destiné à former des avocats, des notaires, des médecins, des pharmaciens, des ingénieurs, des commerçants, le grand nombre des étudiants qui le suivent, suffit pour assurer son développement régulier. Dans certaines sphères, on n'est que trop

enclin, aujourd'hui, à donner de l'extension à l'enseignement professionnel dans nos Universités.

Efforçons-nous donc d'améliorer nos cours normaux, faisons de bons professeurs ; la question des programmes importe beaucoup moins ; celle des examens se résoudra ensuite plus facilement. En travaillant ainsi au progrès de l'Enseignement moyen, l'Université assurera son propre avancement. Sans négliger les hautes préoccupations de la Science, ni les exigences du présent, elle saura pourvoir aux besoins futurs et affermir la marche progressive de la Patrie.

DE L'ENSEIGNEMENT

DES

SCIENCES PHYSIQUES

ET NATURELLES

DANS LES

ÉTABLISSEMENTS D'ÉDUCATION MOYENNE

PAR

A. GRAVIS

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE,
MEMBRE DE L'ACADÉMIE.



BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

—

1914

DE L'ENSEIGNEMENT

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

DANS LES

ÉTABLISSEMENTS D'ÉDUCATION MOYENNE (1)

Avant de prendre la parole dans cette assemblée, j'ai relu très attentivement les rapports des sous-commissions et le recueil de nos *Annales*. En considérant ainsi l'ensemble de nos travaux, certains détails disparaissent et l'on reste sous l'impression des grandes et nobles idées qui ont été exprimées. On constate partout la même ardeur dans la recherche de la meilleure solution à donner au problème qui nous est posé. S'il n'y a pas unanimité dans la conception des moyens à employer pour réaliser les réformes nécessaires, il semble cependant que les divergences ne sont pas aussi considérables que paraissent le croire quelques-uns d'entre nous.

Je voudrais, à mon tour, exposer brièvement quelques idées sur le rôle qu'il convient d'attribuer à l'enseignement des sciences physiques et des sciences naturelles dans chacune des

---

(1) Extrait des *Annales de la Commission instituée par arrêté royal du 19 février 1906 pour l'étude des améliorations qu'il conviendrait d'introduire dans l'organisation de l'enseignement moyen du degré supérieur. Séance du 9 février 1914.*

sections des humanités et sur quelques points connexes. En le faisant, j'ai le désir et l'espoir de collaborer à la conciliation.

Parmi les choses susceptibles d'être enseignées, les unes ont une utilité directe, comme le savoir lire, écrire, calculer; d'autres sont sans utilité directe, mais peuvent servir à développer les facultés, à former l'esprit et à l'orner : telle est actuellement l'étude du latin et du grec. Il n'est pas toujours facile d'établir la distinction entre ce qui est directement utile et ce qui a un pouvoir éducatif. Très souvent une même étude contient une part d'utilité directe et une part d'efficacité éducative. Il importe cependant de se rendre compte aussi exactement que possible de la valeur, à ce double point de vue, de chacune des branches inscrites au programme. C'est par cet examen que je vais débuter, en me limitant, bien entendu, à l'enseignement de la physique, de la chimie, de la botanique et de la zoologie.

Quelle valeur faut-il accorder à l'enseignement de ces sciences comme véhicule de connaissances utilitaires et comme instrument d'éducation? De la réponse que nous donnerons à cette question dépendra l'importance qu'il conviendra de leur attribuer dans nos athénées et nos collèges.

Dans l'enseignement des sciences, on voit généralement le côté utilitaire. Tout le monde est frappé des découvertes scientifiques modernes, des perfectionnements qui en résultent dans l'industrie, l'agriculture, la médecine et le bien-être de l'humanité tout entière. Le public considère la science comme la grande promotrice du progrès matériel, comme la dispensatrice de la fortune. Ce n'est pas devant un auditoire composé, comme celui-ci, d'hommes de haute culture, qu'il sera nécessaire de beaucoup de paroles pour protester contre ce que renferme souvent de mesquin et de trop intéressé l'idée que nos contemporains se font de la science. Tous nous savons envisager la Science pure; nous reconnaissons sa noblesse et sa haute portée philosophique. Mais cela ne nous empêche pas d'estimer comme très utiles les connaissances qu'on peut acquérir dans les cours de physique. de chimie et de biologie. Cette utilité

devient chaque jour plus grande à mesure que notre civilisation se laisse plus complètement envahir par les idées et les choses de la science.

Je n'insisterai donc pas sur le point de vue utilitaire de l'enseignement scientifique dans les études moyennes.

Au point de vue de la formation des facultés de l'esprit, les études littéraires et les études mathématiques jouissent d'une efficacité que nul ne songe à contester. Les premières perfectionnent l'expression de la pensée et cultivent les facultés imaginatives; les secondes donnent de la précision et développent les facultés d'abstraction. Ces disciplines cependant doivent être contre-balancées et complétées par des études exigeant l'analyse et la comparaison d'objets et de phénomènes perçus par nos sens. C'est le rôle qui incombe aux sciences physiques et naturelles.

Ce rôle fut longtemps méconnu, mais aujourd'hui son importance n'est plus contestée par personne. J'en vois la preuve dans les arguments si bien présentés par M. Ramaekers, rapporteur de la sous-commission de la section scientifique (p. 562); dans la discussion soulevée par MM. Francotte et Van Overbergh au sein de la section des humanités gréco-latines (pp. 722-725 et 726 729); dans le rapport de M. Dejace au nom de la sous-commission d'unification (p. 614 et *Annales*, p. 14); dans les discours prononcés ici même par M. le directeur général Klompers (*Annales*, p. 17), par MM. Demoor (p. 30), Kemna (p. 45), Merten (p. 69), Collard (p. 98), le frère Macaire (p. 119), M. le secrétaire général honoraire Van Overbergh (p. 261); j'ajouterai encore dans les discours de M. Pelseneer à l'Exposition de Bruxelles (en 1910), de M. Lebrun au Congrès de Malines (en 1910) et de M. le chanoine Grégoire au Congrès de Bonne-Espérance (en 1911).

De tous ces plaidoyers éloquents, il résulte clairement que l'étude des sciences physiques et naturelles possède bien réellement un pouvoir éducatif très efficace, outre leur utilité directe au point de vue des nécessités actuelles de la vie au sein de la civilisation moderne.

Je pense donc qu'il est inutile de vouloir défendre encore une cause qui est déjà gagnée. Je voudrais, sans plus tarder, rechercher avec vous quelle part il convient d'attribuer, dans les diverses sections de l'enseignement moyen du degré supérieur, aux sciences qui nous occupent en ce moment. Nous examinerons successivement les points suivants :

1. Dans l'enseignement des sciences physiques et naturelles, on visera principalement l'effet éducatif; l'utilité directe viendra par surcroît;

2. L'étude des sciences physiques et naturelles sera réalisée d'une façon uniforme dans toutes les sections;

3. L'enseignement de ces sciences sera inscrit au programme de toutes les années d'études, mais il sera donné avec les modalités exigées par l'âge des élèves;

4. L'enseignement scientifique sera renforcé durant la dernière année pour les élèves qui ont besoin d'un enseignement envisagé au point de vue des applications.

Le premier point n'a pas besoin d'être développé. L'étude des choses et des phénomènes de la nature est admise par tout le monde; son efficacité, au point de vue de la formation des facultés, est bien établie, comme le prouve l'unanimité des témoignages cités ci-dessus.

Le deuxième point, l'uniformité de l'enseignement, me paraît éminemment désirable. Quelle que soit la spécialisation des carrières auxquelles conduisent les diverses sections de l'enseignement moyen, l'observation du monde dans lequel nous vivons et les réflexions que nous pouvons faire à ce sujet constituent une gymnastique intellectuelle nécessaire à tous. Il y a, en outre, un certain ensemble de connaissances scientifiques que doit posséder tout homme instruit. Dans ce domaine, l'unification des programmes d'étude est donc aisée.

En ce qui concerne le troisième point, il me semble que l'éducation littéraire, l'éducation mathématique et l'éducation

scientifique doivent être données simultanément dans toutes les classes, parce que ces trois disciplines se complètent harmonieusement.

Notre honorable président, qui au début était peu disposé à admettre l'enseignement des sciences naturelles dans les premières années des humanités, s'est rallié à cette idée. J'en suis très heureux. Dans son discours du 9 juin dernier, M. Mansion a proposé de donner un enseignement propédeutique de la botanique et de la zoologie en septième, sixième, cinquième et quatrième (*Annales*, p. 219).

M. le directeur général Klompers répartit aussi l'enseignement biologique en quatre années, de la sixième à la troisième (*Annales*, p. 17).

La sous-commission d'unification a décidé, à l'unanimité, « qu'il y a lieu d'inscrire l'enseignement des sciences naturelles au programme des trois années du premier cycle » (Rapport de M. Dejace, p. 614).

Tout le monde est d'accord pour mettre la physique et la chimie au programme des dernières années. M. Mansion demande, en outre, que l'étude de la physiologie végétale et animale soit reportée en rhétorique, comme on le fait en France (*Annales*, p. 219). Il insiste avec raison pour que cette étude ne soit commencée qu'après celle de la physique et de la chimie, car, autrement, il est impossible de faire comprendre aux élèves les phénomènes de nutrition et de respiration, de leur expliquer la composition des tissus, le mécanisme de la locomotion, etc. Je partage entièrement les vues de notre président : je crois qu'une heure de physiologie en rhétorique suffirait.

Après avoir ainsi fait le relevé des idées qui sont communes à tous les orateurs qui se sont occupés des sciences physiques et naturelles, permettez-moi de préciser le dispositif que je voudrais voir définitivement adopté.

Dans toutes les sections, une heure serait réservée en septième et en sixième pour des « causeries scientifiques » sur

les animaux, les végétaux, les pierres, les phénomènes les plus ordinaires de la physique et de la chimie, tels que l'action de la chaleur, la réflexion de la lumière, l'écho, l'aimant, la foudre, la composition de l'air, la combustion, le gaz carbonique, etc. Toutes ces choses sont parfaitement expliquées dans un excellent petit livre de Paul Bert, intitulé : *La première année d'enseignement scientifique.* Il s'agit simplement d'entretenir et de diriger la curiosité que l enfant manifeste spontanément pour tout ce qui l'entoure; curiosité qu'il perd, hélas! si vite quand il est soumis au régime classique.

En cinquième et en quatrième, il y aurait deux heures de zoologie en hiver, deux heures de botanique en été. Tout en donnant une large part à l'observation et aux leçons faites sur des sujets qui se présentent occasionnellement, l'enseignement entrerait un peu dans la voie systématique. Il porterait sur l'organographie, la classification, l'éthologie et la biogéographie.

En troisième, seconde et rhétorique se ferait l'enseignement de la physique et de la chimie, à raison de cinq heures pour la première et de deux heures pour la deuxième de ces sciences. En rhétorique, en outre, une heure serait accordée à la physiologie végétale et animale, dont l'étude, venant après celle de la physique et de la chimie, serait aisée et fructueuse.

J'arrive ainsi à un total de quatorze heures, ce qui est précisément le temps que M. le directeur général accorde à l'ensemble des sciences physiques et naturelles. Cette durée dépasse de deux heures seulement celle que M. Mansion veut bien nous concéder actuellement. J'espère que M. Mansion ne s'opposera pas à la légère augmentation qui lui est demandée encore.

Le quatrième point est relatif aux compléments qu'il convient de donner dans certaines sections. A vrai dire, je ne vois de nécessité que pour la section commerciale. Tout le monde admet que deux heures de chimie en plus sont nécessaires en dernière année de cette section.

Il ne me paraît pas que des compléments de sciences phy-

siques ou de sciences naturelles soient indispensables aux élèves qui se destinent à la carrière médicale ou à la profession de pharmacien. Ces jeunes gens trouveront, à l'université, les cours scientifiques dont ils ont besoin. L'enseignement moyen sortirait de sa mission s'il cherchait à empiéter sur le domaine de l'université. Quant aux futurs avocats, la nouvelle organisation leur fournira suffisamment les données scientifiques utiles à leur profession. Je l'ai déjà dit : « Nous ne demandons pas à l'enseignement moyen de nous fournir des jeunes gens très instruits dans les sciences naturelles, mais nous demandons des élèves désireux d'apprendre, et sachant étudier. Pour qu'ils soient désireux d'apprendre, il faut que la science ne leur ait pas été présentée d'une façon abstraite, comme une chose qui existe dans certains livres, mais qui n'intéresse en rien notre vie de tous les jours. Pour qu'ils sachent étudier, il faut qu'ils soient en état de concevoir, c'est-à-dire de se représenter exactement les êtres et les phénomènes, et qu'ils soient aussi en état d'énoncer, c'est-à-dire d'exprimer par leurs propres moyens ce qu'ils ont compris (1). »

Or, ce résultat ne nécessite pas un programme scientifique très étendu, mais une manière spéciale d'enseigner et de faire travailler les élèves, en les soumettant à des méthodes rénovées. Je ne veux en aucune façon amoindrir le rôle de l'enseignement littéraire qui pendant longtemps encore restera le pivot des études moyennes. Mais cet enseignement littéraire aura, lui aussi, je pense, à reviser un peu ses méthodes : c'est aux hommes compétents qu'il appartient d'entreprendre cette tâche.

Tout ce qui précède tend à faire admettre qu'il est nécessaire de donner des leçons de sciences physiques et naturelles à dose éducative dans toutes les sections et dans toutes les classes de l'enseignement moyen.

---

(1) *L'enseignement normal des sciences,* discours rectoral du 22 octobre 1912.

*

Je voudrais dire maintenant quelques mots de la rhétorique supérieure et de l'examen de maturité.

Le principe d'une rhétorique supérieure a été généralement admis avec faveur. Il semble qu'on ait cherché, par la création d'une année complémentaire, à remédier à la surcharge des programmes et à couper court aux difficultés que présente l'organisation des horaires en présence de l'obstination de chacun à ne vouloir rien retrancher de ce qui existe ou de ce qu'on propose. Si telle est réellement la préoccupation générale, il est préférable, semble-t-il, d'adopter l'idée de ceux qui pensent que les humanités pourraient être abordées plus tôt : les progrès réalisés par l'enseignement primaire permettent aujourd'hui de gagner une année de ce côté. Les humanités seraient ainsi allongées par le bas, sans changer l'âge auquel les élèves termineront leurs études.

D'autre part, en se ralliant au projet d'établir une rhétorique supérieure, on espère retarder le moment de la spécialisation des études en vue de la carrière à laquelle les jeunes gens se destinent. M. le directeur général Klompers propose, en effet, de diviser la rhétorique supérieure en cinq sections : section classique, section germanique, section des mathématiques, section des sciences naturelles, section des sciences commerciales.

Reprenons les choses par le commencement. Une rhétorique supérieure est-elle bien nécessaire? Il ne me semble pas que cette nécessité ait été réellement démontrée. Si l'éducation littéraire, l'éducation mathématique et l'éducation scientifique ont été bien comprises pendant toute la durée des humanités, la rhétorique supérieure me paraît inutile. C'est à l'université que les futurs avocats, médecins, pharmaciens, ingénieurs et professeurs trouveront l'enseignement qui leur est nécessaire. Une année de spécialisation absolue n'appartient plus aux humanités, celles-ci étant définies comme une culture générale, ou comme une préparation générale à des études supérieures. Or il n'est pas douteux — et M. Collard l'a fait remarquer avec juste raison — que la rhétorique supérieure

transférerait l'enseignement universitaire dans l'enseignement moyen. (*Annales*, pp. 92 et 98.)

La nécessité d'une rhétorique supérieure est si peu démontrée que M. le directeur général s'est demandé si cette rhétorique supérieure serait obligatoire pour les futurs docteurs en droit, notaires, médecins et pharmaciens. Après avoir examiné attentivement tous les termes de cette question, il a répondu : « Je pense que la rhétorique supérieure pourrait ne pas leur être imposée. » Et il ajoute : « Il est à craindre cependant que si elle est facultative, le nombre des élèves qui la fréquentent ne soit très restreint. » (*Annales*, p. 20.)

D'autre part, la création d'une rhétorique supérieure entraînera un grave inconvénient. Dans les auditoires de candidature à l'université, il y aura donc des élèves sortant les uns de rhétorique, les autres de rhétorique supérieure. Si nous réglons notre enseignement pour les premiers, les seconds estimeront avec raison qu'ils perdent leur temps; si nous nous adressons seulement aux seconds, les premiers ne pourront pas suivre. La difficulté est très sérieuse : je ne vois de bénéfice pour personne.

Vous me demanderez peut-être comment, selon moi, on pourrait réaliser le sectionnement de l'enseignement moyen et comment on porterait remède aux erreurs de départ. Je suis porté à admettre quatre sections : section gréco-latine, section latine, section scientifique et section commerciale.

Les deux premières sections donneraient accès aux carrières d'avocat, de notaire, de médecin et de pharmacien : dès lors, le nombre des faux départs serait par le fait même beaucoup diminué. Pour les jeunes gens qui, après avoir commencé les études gréco-latines ou latines, se reconnaîtraient tardivement la vocation d'ingénieur ou de docteur en sciences physiques et mathématiques, une préparation mathématique plus complète serait nécessaire. Peut-être suffirait-il de dispenser ces jeunes gens d'une partie de l'enseignement littéraire et de leur donner des compléments de mathématiques. Peut-être aussi pourraient-ils être autorisés à substituer la rhétorique moderne à la rhétorique gréco-latine ou à la rhétorique latine.

Quant aux futurs docteurs en philosophie et lettres, en sciences physiques et mathématiques, en sciences naturelles et en sciences commerciales, ils seront toujours peu nombreux et formeront une élite à laquelle on peut imposer, le cas échéant, une année en plus pour compléter l'étude des langues ou des mathématiques.

Ainsi serait conservée l'ordonnance du projet si bien pondéré de M. le directeur général : tous les avantages de son système subsistent, si même on abandonne la rhétorique supérieure.

Je viens de me prononcer pour l'équivalence de la section gréco-latine et de la section latine. Ceux qui sont d'avis que l'étude du grec peut être rendue facultative pour certaines catégories d'élèves, estiment que le grec doit être remplacé par une discipline sérieuse, afin de donner à la section latine sans grec une valeur telle qu'elle puisse mériter une sanction égale à celle de la section gréco-latine. Pour les uns, l'étude compensatrice devrait être demandée aux mathématiques. Je ne puis partager cette manière de voir. La section latine doit rester une section littéraire : elle ne peut pas se substituer à la section scientifique en vue de la préparation des futurs ingénieurs et des futurs professeurs de mathématiques. Pour les autres, c'est l'allemand ou l'anglais qui devrait remplacer le grec.

Pourquoi n'a-t-on pas songé à l'étude approfondie du français? Le français n'est-il pas la troisième langue classique? N'a-t-il pas conservé, bien mieux que les autres langues modernes, l'empreinte de la culture antique? Ne peut-il pas se combiner en quelque sorte au latin et faire produire à celui-ci son maximum de rendement au point de vue de la formation littéraire? L'étude des langues germaniques serait d'ailleurs maintenue et même renforcée dans la section latine sans grec.

On a dit qu'il fallait rendre la section latine « aussi difficile » que la section gréco-latine. Ce qui doit rendre deux sections équivalentes, c'est leur efficacité au point de vue de la

formation intellectuelle et non leur difficulté. D'ailleurs, ce qui est difficile pour les uns peut être aisé pour les autres. Il y a des jeunes gens qui trouvent les mathématiques plus faciles que le grec; pour d'autres, c'est l'inverse! Et puis : « Hélas! rien de ce qu'on veut bien faire n'est facile! » a dit excellemment notre collègue M. Thomas. (*Annales*, p. 107.)

En préconisant une section latine littéraire, j'ai fait une excursion en dehors de mon domaine habituel; aussi je me hâte de revenir aux questions relatives à l'enseignement des sciences.

A la fin de la dernière séance, M. Francotte a demandé le rétablissement de la section *D*, c'est-à-dire de la section latine-sciences naturelles. Il a rappelé les bons résultats que certains élèves, devenus aujourd'hui des hommes distingués, ont retirés de l'enseignement qu'ils ont reçu dans la section *D*.

J'avoue que cette expérience ne me paraît pas très probante. Elle a été de trop courte durée et elle a porté sur un trop petit nombre d'unités. Ceux qui y ont pris part étaient des élèves particulièrement bien doués pour l'étude des sciences physiques naturelles, comme le témoigne déjà le fait qu'ils ont choisi une section à tendance scientifique. D'un autre côté, il me semble que tous ceux qui sont appelés à suivre plus tard les cours d'un même enseignement universitaire doivent, autant que possible, recevoir la même préparation.

Créer une section latine-sciences naturelles obligatoire pour les futurs médecins et pharmaciens, c'est obliger les jeunes gens à choisir leur carrière de bonne heure; c'est donc s'exposer à de nombreuses erreurs de départ; c'est aussi perdre le bénéfice de l'unification partielle que nous cherchons à obtenir faute de ne pouvoir réaliser l'unification complète. D'autre part, laisser facultative cette section latine-sciences naturelles, c'est aller au-devant de tous les inconvénients que j'ai signalés tantôt à propos de la rhétorique supérieure facultative.

Si le système est bon, il doit être obligatoire. Le facultatif nous mettrait en présence de deux catégories d'élèves et nous

ne saurions jamais à laquelle des deux nous devrions nous adresser.

A l'occasion de la proposition de M. Francotte, M. Mansion a cité l'exemple de quelques jeunes gens qui, après avoir fait les études de la section *D*, ont pu gagner une année à l'université en ne consacrant qu'un an à la candidature en sciences naturelles au lieu de deux. Je ne crois pas que ce soit un bien, ni pour les études moyennes, ni pour les études supérieures. Le rôle de l'enseignement moyen n'est pas de « faire gagner un an » sur la durée des études universitaires. Cette préoccupation me semble même tout à fait antipédagogique. L'exemple cité par M. Mansion montre bien l'abus auquel on aboutirait fatalement. Cet exemple ne constitue pas un argument pour, mais bien un argument contre la proposition de rétablir la section *D*.

Constituer une section dans laquelle l'étude des sciences s'allierait au latin est un projet qui attire tout d'abord les sympathies d'un naturaliste. Aussi n'est-ce pas sans regret que je me laisse guider par la froide raison, en me prononçant contre un tel projet, parce que je ne le crois pas réalisable avec fruit actuellement. Dans l'avenir, l'enseignement des sciences pourra conquérir un rôle plus considérable, comme M. Kemna l'a fait entrevoir dans son discours du 29 juin 1912. En attendant, il me semble qu'il ne faut pas courir le risque de compromettre, par une hâte trop grande, le régime présent en même temps que le régime futur.

Je passe à la question de l'examen de maturité qui présente, tout le monde en conviendra, un intérêt tout à fait général. Cette question n'a guère été agitée jusqu'ici au sein de notre Commission. Cependant, M. l'inspecteur général Goemans, MM. Discailles, Ramaekers, Philippin et le frère Macaire ont incidemment parlé en faveur d'une sanction à établir à la sortie de l'enseignement secondaire.

Dans une pétition adressée à M. le Ministre des sciences et des arts, au début de l'année dernière, vingt-trois préfets,

six cent dix-huit professeurs et surveillants de l'enseignement officiel ont exprimé le vœu de voir établir une sanction sérieuse à la fin des études. « Cette sanction aurait pour but de contrôler, par des exercices pratiques de difficulté moyenne, l'aptitude, l'acquis, l'esprit d'initiative des candidats, plutôt que la somme et le détail des connaissances confiées à leur mémoire. » Les signataires de la pétition « considèrent le régime actuel des certificats, ou tout autre qui lui ressemblerait, comme nuisible aux études. Ils estiment, enfin, que toute réforme du plan ou des programmes risque d'être vaine si l'on renonce à l'appuyer sur une sanction sérieuse. » Copie de cette pétition nous a été communiquée lors de la séance du 17 février 1913.

Au Congrès de Bonne-Espérance, en septembre 1911, l'enseignement libre a également manifesté son désir de voir une épreuve sagement organisée rétablie à la fin des humanités.

Notre Commission, instituée pour l'étude des améliorations qu'il convient d'introduire dans l'organisation de l'enseignement moyen du degré supérieur, ne me paraît pas pouvoir se désintéresser d'une question qui vise le couronnement des études dont nous allons élaborer les programmes. Avant de nous séparer, nous devrons, me semble-t-il, envisager cette question et exprimer tout au moins notre conviction qu'un examen de maturité est nécessaire; que cet examen devrait être organisé de façon à ne pas exiger de grands efforts de mémoire, ni une préparation spéciale, un forçage intensif. En nous bornant à demander cette sanction des études que nous avons pour mission d'améliorer, nous resterons manifestement dans notre rôle, puisque la mesure que nous proposons aura pour effet de rendre les études moyennes plus fructueuses.

* * *

Parmi les améliorations auxquelles nous devons penser encore, il y a celles qui concernent les méthodes d'enseignement. La sous-commission d'unification, comme la sous-

commission de la section scientifique ont insisté sur cette question. « Il nous est impossible, dit M. Dejace en terminant son rapport, de ne pas rappeler combien, au cours de nos débats, à chaque instant pour ainsi dire, s'est dressée devant nous la question des méthodes. Si le problème de la réforme de l'enseignement moyen peut être résolu, il le sera non seulement par la refonte des programmes et des plans d'études, il le sera surtout par le renouvellement des méthodes, par les progrès constants d'une pédagogie affranchie de l'esprit de routine et consciente des devoirs que lui impose sa mission essentielle : *faire de nos enfants des hommes!* » « Le tout n'est pas de forger des programmes, il faut faire assimiler les matières qu'ils comportent », dit aussi M. Ramaekers. (*Annales*, p. 41.)

M. Collard a rappelé les paroles de Mgr Namèche : « Le programme, c'est en somme peu de chose; la méthode, c'est tout ou presque tout. » (*Annales*, p. 99.) M. Gérard, tout en reconnaissant les progrès considérables qui ont été faits depuis cinquante ans, déclare qu'à son avis la question la plus importante et la plus urgente est la question des méthodes. « Ne tombons pas, dit-il, dans l'illusion de ceux qui ont cru qu'ils avaient transformé et réformé tout notre édifice scolaire alors qu'ils n'en avaient changé que la façade. Pour être moins apparentes peut-être, les réformes intérieures n'en sont pas moins les plus sérieuses et les plus fécondes. » (*Annales*, p. 114.)

Ici encore, je désire me limiter à l'enseignement des sciences physiques et naturelles. Certes, de grands progrès ont été réalisés par quelques professeurs individuellement. Mais d'autres n'ont pas réussi à adapter leurs leçons aux jeunes intelligences auxquelles ils s'adressent; quelques-uns encore attachent trop d'importance aux mots et pas assez aux idées. Dans l'enseignement moyen, la méthode intuitive ne consiste pas à faire, devant des débutants, les démonstrations et les expériences qui sont exécutées dans les cours universitaires, sans y rien changer. Dans l'enseignement moyen surtout, il faut combattre la tendance des élèves à réciter ce qu'ils n'ont

pas cherché à comprendre, au lieu de vouloir énoncer ce qu'ils ont pu saisir réellement.

Adapter l'enseignement scientifique à la capacité intellectuelle des élèves, inculquer de bonnes habitudes de travail à ceux qui ne cherchent que le moyen de répondre aux questions du concours par des artifices de mémoire, là est tout le secret, mais aussi la grande difficulté. La logique et le langage des savants ne sont pas à la portée des enfants ; nous devons lentement les initier en nous mettant d'abord à leur niveau, puis en les aidant à s'élever graduellement dans le domaine des généralisations.

M. le recteur Demoor a parfaitement énoncé ce qu'il convient de réaliser, en montrant que l'enseignement doit être d'abord occasionnel, puis de plus en plus systématique. Voici comment il s'est exprimé : « Ce programme (de l'enseignement scientifique) pour les classes inférieures ne serait nullement utilitaire et ne s'inspirerait que très peu de ce que l'on nomme la logique et la hiérarchie des sciences. Il comprendrait essentiellement des exercices d'observation et des expériences élémentaires à propos de la vie des êtres, de leur structure et de leur éthologie, de la géologie de la contrée, du travail varié livré par l'homme, des phénomènes physiques et chimiques fondamentaux. » (*Annales*, p. 51.)

Cette façon de concevoir l'enseignement élémentaire correspond exactement à ce qu'il convient de réaliser dans les classes de septième et de sixième, pour lesquelles j'ai proposé le terme « causeries scientifiques ». La méthode occasionnelle trouverait encore son application dans une grande partie des leçons de botanique et de zoologie en cinquième et en quatrième, et aussi dans quelques leçons de physique en troisième.

« Dans les classes supérieures, ajoute M. Demoor, les leçons auraient un caractère plus systématique et didactique, mais conserveraient cependant leur allure intuitive et expérimentale. L'élève observerait, dessinerait, schématiserait les faits entrevus; il imaginerait l'expérience à poursuivre et créerait lui-même le matériel expérimental dont il a besoin; il enregistrerait les résultats par les méthodes multiples et variées

imaginées à cet effet; il s'exercerait à décrire, par la plume et par la parole, ses constatations et ses conclusions. Il serait entraîné à réfléchir et à comprendre les applications qui découlent de son étude au point de vue de l'interprétation de la vie. » (*Annales*, p. 51.) Tel serait le caractère des cours de physique, de chimie, de physiologie en seconde et en rhétorique.

Ce dont il importe de bien se pénétrer, c'est que le travail fructueux n'est pas celui qui consiste à répéter des descriptions complètes et des énoncés parfaits comme il y en a dans les livres, mais à voir par soi-même, à réfléchir, à décrire et à énoncer par ses propres moyens.

Pour mettre à exécution ces procédés éducatifs, il faudra évidemment plus de temps que pour opérer un forçage en serre chaude. Voilà pourquoi nous sommes obligés de demander, pour l'enseignement des sciences physiques et naturelles, plus d'heures que par le passé. Ce n'est pas pour étendre son programme. Bien au contraire, je voudrais le restreindre dans certaines parties! Si nous avons besoin de plus de temps, c'est pour appliquer le précepte : *Non multa sed multum.* Pour moi, *non multa* signifie un programme peu étendu; *sed multum* signifie beaucoup de temps pour le réaliser convenablement.

Je demande donc qu'on enseigne peu de matières, mais qu'on insiste, qu'on explique, qu'on s'exerce, qu'on réfléchisse. Quand on en aura ainsi le loisir, on pourra appliquer la méthode euristique, faire des leçons dialoguées et renoncer définitivement à l'enseignement livresque.

Mais pour réaliser ces réformes, il faudra encore autre chose : il faudra des maîtres non seulement très instruits, mais encore initiés aux exigences de leur profession. Pour pouvoir adapter aux besoins de l'enseignement moyen la science qu'il a acquise à l'université, le jeune docteur en sciences naturelles devrait posséder des connaissances plus étendues que celles qu'il a puisées dans des études trop tôt spécialisées; il devrait aussi avoir reçu une formation méthodologique qui lui manque aujourd'hui.

L'organisation d'un enseignement normal supérieur des sciences est donc une nécessité impérieuse. Avec l'éminent recteur de l'Université de Bruxelles, je n'hésite pas à dire : « les études pédagogiques universitaires actuelles sont incomplètes, dissociées, dépourvues de base et de contrôle (1) ». Dans ces conditions, « l'enseignement supérieur égare le pays en assumant la charge de former les professeurs de l'enseignement moyen du degré supérieur (2) ».

En communauté d'idées avec plusieurs de mes collègues de l'enseignement supérieur et de l'enseignement moyen, il me paraît urgent d'attirer l'attention sur la nécessité de réformer les règles qui président actuellement à la formation des maîtres (3).

* * *

En résumé, je préconise :

1° L'enseignement des sciences physiques et naturelles en vue du rôle éducatif que cet enseignement est appelé à remplir ;

2° L'uniformité de cet enseignement dans toutes les sections, avec complément de chimie dans la dernière année de la section commerciale;

3° Des causeries scientifiques en septième et sixième ; un enseignement occasionnel puis systématique de la botanique et de la zoologie en cinquième et quatrième ; des cours de physique et de chimie en troisième, seconde et rhétorique ; des leçons de physiologie végétale et animale en rhétorique ; total : quatorze heures ;

4° L'équivalence de la section gréco-latine et de la section latine littéraire pour les futurs avocats, notaires, médecins et

---

(1) L'Enseignement supérieur et le problème scolaire. Discours rectoral. (*Revue de l'Université de Bruxelles*, octobre 1912, p. 2.)

(2) *Ibidem*, p. 3.

(3) Voir J. Gorlia, *La formation pratique des professeurs de sciences, sa nécessité, sa possibilité*. Charles Peeters, Louvain, 1913.

pharmaciens; des cours complémentaires pour remédier aux erreurs de départ peu nombreuses qui pourraient encore se produire dans le cas de certaines spécialités;

5° Pas de rhétorique supérieure, ni de section *D*;

6° Un vœu à émettre en faveur de l'établissement d'un examen de maturité;

7° L'importance des méthodes d'enseignement considérée comme bien supérieure à celle des programmes;

8° La nécessité d'une réorganisation de l'enseignement normal supérieur, en vue de la formation des maîtres.

QUELQUES RÉFLEXIONS AU SUJET DE L'ENSEIGNEMENT DE LA BOTANIQUE

QUELQUES RÉFLEXIONS AU SUJET

de l'enseignement de la

BOTANIQUE

PAR

A. GRAVIS

Professeur à l'Université de Liége
Membre de l'Académie royale des Sciences de Belgique



GAND
MAISON D'ÉDITION I. VANDERPOORTEN, RUE DE LA CUILLER, 18
1912

Quelques réflexions au sujet de

L'ENSEIGNEMENT DE LA BOTANIQUE

PAR

A. Gravis

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES DE BELGIQUE

Quel est le but à atteindre par l'enseignement de la Botanique dans nos Athénées, nos Collèges, nos Ecoles moyennes et nos Ecoles normales ? Certes, ce but n'est pas de faire de chaque élève un botaniste ; ce n'est pas non plus de lui donner les connaissances utilitaires qui conviennent à un agriculteur ou à un horticulteur. Le rôle de l'enseignement de la Botanique au degré moyen est, avant tout, un rôle éducatif. On pourrait dire que la Botanique n'est qu'un prétexte pour habituer les jeunes gens à observer, à comparer, à réfléchir, et à énoncer un jugement basé sur un travail personnel préliminaire ; en d'autres termes, à leur apprendre le moyen *d'apprendre par eux-mêmes.*

Tout ce qui vient à l'encontre de ce but doit être évité : donc pas de connaissances de pure mémoire, pas de généralités ni d'abstractions imposées à l'esprit par la parole du maître ou l'autorité du livre. Il s'agit de mettre en œuvre la méthode scientifique : cette méthode admirable qui, dans les temps modernes, a révolutionné le monde.

Outre ce but primordial, on peut se proposer un but secondaire, celui de mettre à la portée des jeunes gens les connaissances que toute personne instruite peut posséder concernant les plantes, leur organisation et leur vie.

Pour atteindre le but primordial, l'enseignement moyen de la Botanique doit consister surtout en exercices d'analyse exécutés par les élèves sous la direction du professeur. Les leçons du maître ne seront que la synthèse des observations faites au préalable par les élèves, observations qui peuvent, au besoin, être complétées par l'indication de quelques faits non vérifiables au moment de la leçon. On évitera autant que possible les généralisations, les définitions et l'emploi des termes techniques non indispensables.

L'Organographie, la Classification, et la Biologie végétale (Ethologie) sont les parties de la Botanique qui se prêtent le mieux à des exercices de ce genre. L'analyse de types convenablement choisis fournira l'occasion d'appliquer deux principes importants de pédagogie : *apprendre à voir et à raisonner sur ce qu'on a vu ; apprendre à exprimer ce qu'on a constaté soi-même.*

Ainsi compris l'enseignement de la Botanique est véritablement l'initiation à une méthode : il revêt le caractère d'une mission éducatrice.

Pour réaliser le but secondaire, qui est de faire connaître ce que l'élève ne peut trouver lui-même, il faut des leçons théoriques sur des sujets convenablement choisis, exposés avec simplicité : des démonstrations et des expériences. A l'Organographie, à la Systématique, et à l'Ethologie, viendront se joindre des notions élémentaires d'Anatomie, de Physiologie et de Géographie végétales.

Ici se présenteront des difficultés très sérieuses résultant de ce que les choses dont on parlera ne sont pas susceptibles d'une démonstration directe, de nature à convaincre les débutants. Les faits relatifs à la structure intime et aux phénomènes de la vie ne peuvent ordinairement être perçus qu'au moyen d'instruments délicats que l'élève ne sait pas manier, de réactifs et de procédés techniques dont il n'apprécie pas bien la valeur. En outre, pour comprendre la Physiologie, il faut posséder en Physique et en Chimie des notions qui n'ont pas encore été enseignées aux jeunes gens à l'époque où ils étudient la Botanique !

Le professeur devra donc se borner aux choses fondamentales : les expériences qu'il réalisera seront aussi peu compliquées que possible. La difficulté, dans ces conditions, sera de donner des idées justes.

A première vue, il semble que ces matières difficiles pourraient être rayées du programme de l'Enseignement moyen et réservées à celui des Universités. Il faut cependant considérer que parmi les élèves des Athénées et des Colléges, il en est un grand nombre qui n'aborderont pas l'Enseignement universitaire, ou qui fréquenteront les Facultés de Philosophie, de Droit, les Ecoles techniques, etc....

Or, il n'est guère admissible que ces jeunes gens ne reçoivent aucune notion sur des sujets dont l'importance, au point de vue économique, au point de vue de l'hygiène ou de l'industrie, doit attirer aujourd'hui l'attention de tout le monde. Telles sont les questions relatives aux fermentations, aux bactéries, au parasitisme, à la symbiose, à diverses manifestations de la vie végétale.

Quel est le programme qui permet le mieux d'atteindre le but que nous venons de définir ? A notre avis, il ne faut pas compliquer le programme, ni trop le préciser. Il convient de laisser beaucoup de liberté aux professeurs afin qu'ils puissent tenir compte de la composition de leur auditoire, des moyens de démonstration dont ils disposent, de la difficulté qu'ils peuvent avoir à se procuerr certains matériaux abondants dans d'autres parties du pays, etc....

Il suffit de spécifier dans le programme que l'Enseignement comprendra *l'Organographie*, *la Botanique systématique* (*Classification*), *des notions d'Anatomie*, *de Physiologie*, *d'Ethologie et de Géographie végétale*.

Il faut en outre qu'il insiste sur la nécessité *des exercices d'observation, de comparaison et de synthèse* que les élèves devront exécuter au moyen de types convenablement choisis.

Cet enseignement théorique et pratique sera avantageusement réparti en deux années, ou tout au moins en deux semestres d'été durant deux années consécutives : le point de vue morphologique sera dominant dans le premier cours, le point de vue biologique dans le second.

L'enseignement de la Botanique a fait l'objet d'une très intéressante discussion au sein du Congrès de Botanique réuni à Bruxelles, en 1910. Dans sa séance du 16 Mai, la 5me Section a voté à l'unanimité, les vœux suivants qui ont été sanctionnés par l'assemblée plénière quelques jours plus tard.

Vœux émis par le Congrès

1. — Le rôle de l'enseignement de la Botanique au degré moyen est essentiellement un rôle éducatif.

2. — Tout ce qui vient à l'encontre de ce but doit être écarté. Donc pas de connaissances de pure mémoire, pas de généralités, ni d'abstractions imposées par la parole du maître ou l'autorité du livre.

3. — Les leçons consisteront surtout en exercices d'analyse exécutés par les élèves sous la direction du professeur. Ces exercices porteront sur un certain nombre de types bien choisis qu'on envisagera aux points de vue de l'Organographie et de l'Ethologie.

4. — La plus grande liberté sera laissée aux professeurs afin qu'ils puissent tenir compte de la composition de leur auditoire, des moyens de démonstration dont ils disposent, de la difficulté qu'ils peuvent avoir à se procurer certains matériaux abondants dans d'autres parties du pays, etc....

5. — Il convient, en outre, que l'Enseignement de la Botanique et celui de la Zoologie soient répartis en plusieurs années consécutives, afin que le professeur puisse, selon les diverses saisons de l'année, s'occuper alternativement, dans ses leçons, comme dans les excursions, de l'étude des animaux et de l'observation des végétaux.

6. — L'enseignement des Sciences biologiques ne peut être confié qu'à des professeurs ayant fait des études préparatoires spéciales et non à des physiciens ou à des chimistes.

Pour faciliter la réalisation de ces vœux, nous avons cru, M. J. GOFFART et moi, pouvoir utilement rédiger un ouvrage intitulé *Méthodologie de la Botanique* (1).

« Le livre que nous présentons aux professeurs de l'Enseignement « moyen comprend deux parties : la première renferme des considérations « générales sur la Méthodologie des sciences naturelles et, à titre « d'exemples, quelques leçons modèles.

« La seconde partie est un traité élémentaire de Botanique accom- « pagné d'explications et d'exercices. Par ce mot « exercices », nous « entendons les analyses que les élèves feront sous la direction du « Professeur, les démonstrations que celui-ci exécutera lui-même, les « observations microscopiques, les expériences de physiologie, etc...

« Outre ce livre réservé aux maîtres et à ceux qui doivent le devenir, « il a été imprimé en même temps deux manuels à l'usage des élèves : « un manuel pour les élèves des classes d'Humanités gréco-latines et d'Hu- « manités modernes, les Ecoles d'Horticulture, etc... ; un manuel simplifié « à l'usage des Ecoles moyennes et des Ecoles primaires supérieures.

« Notre ambition, en publiant ces ouvrages, n'est pas de rédiger « des leçons que d'autres pourront répéter dans les mêmes termes, mais « de donner aux Professeurs le moyen de préparer eux-mêmes leurs leçons « et aux élèves le moyen d'en tirer les meilleurs fruits.

« Il faut que les leçons soient en harmonie avec l'auditoire auquel « elles s'adressent, avec le but particulier qu'on veut atteindre, avec « l'étendue même du cours, etc... Pour qu'un enseignement soit vivant, « il doit avoir une note personnelle et celle-ci résulte du travail de « préparation que nous voulons respecter.

---

(1) I. Vanderpoorten, éditeur, Gand, 1912.

« Nous nous sommes inspirés, en rédigeant ce livre, de l'idée que « l'étude de la Botanique, au degré moyen, a pour but principal d'ap- « prendre aux élèves à *voir par eux-mêmes* et à *raisonner sur ce qu'ils* « *ont vu* ; puis de leur enseigner le moyen *d'exprimer par la parole*, *par* « *le dessin ou par un texte écrit, ce qu'ils ont compris.*

« La préoccupation de l'élève qui répond à une question posée est « de chercher à reproduire, aussi textuellement que possible, ce qui « se trouve dans son livre ou dans son cahier. Il faut combattre cette « tendance anti-scientifique. L'élève doit s'exercer à observer, à com- « parer, à juger ; il doit réfléchir, comprendre et s'exprimer par ses « propres moyens.

« En se donnant cette mission, l'enseignement des sciences biologiques « devient une admirable éducation, une salutaire gymnastique des facultés « les plus précieuses de l'esprit.

« Nous nous sommes efforcés de présenter un tableau aussi exact que « possible de la science botanique moderne, en nous efforçant de mettre « ses enseignements à la portée des débutants. Trop souvent hélas ! « sous prétexte d'éléments, on s'attarde à la partie la plus ancienne et la « plus aride de la science, en négligeant ce qui, aujourd'hui, la vivifie « et la rend féconde. »(1)

M. J. Goffart a eu l'occasion de faire connaître ses idées en publiant des *Considérations sur l'Enseignement de la Botanique dans les Etablissements d'Instruction moyenne* (2). Je viens à mon tour présenter, sous la forme de tirés à part, quelques passages extraits de notre *Méthodologie de la Botanique*. Je soumets à l'appréciation de mes collègues quelques unes des remarques et des réflexions qui m'ont été suggérées par une pratique déjà longue de l'Enseignement.

—

Introduction

Pour bien comprendre l'état présent d'une Science, il faut en connaître le passé, sommairement tout au moins. Certaines idées qui ont régné jadis, bien qu'abandonnées ensuite, persistent parfois sous la forme de notions et de termes qui se sont perpétués jusqu'à nous, mais dont la nécessité ne s'impose plus aujourd'hui. Ces notions et ces termes ne s'expliquent qu'au point de vue historique. Dès lors, l'importance qu'on leur accorde encore dans les livres n'est plus justifiée.

Sans chercher à résumer ici l'histoire de la Botanique, il convient de rappeler que trois tendances principales se sont manifestées tour à tour.

Dans les temps primitifs, les hommes capables d'observation découvrirent l'usage de certaines plantes comme aliments, comme remèdes,

(1) Extrait de la Préface, p p. 5 et 6.

(2) Dans la *Revue des Humanités en Belgique*, décembre 1909, mars et juin 1910.

ou comme matières utilisables dans l'industrie et les arts. C'est la *tendance utilitaire*.

Plus tard, les savants entreprirent méthodiquement de décrire, de dénommer et de classer une à une toutes les espèces végétales sans se préoccuper de leur utilisation. Toutefois, réduites à l'état d'échantillons d'herbier ou de spécimens de Musée, les plantes ne furent considérées que comme des objets de collections, c'est-à-dire comme des choses inanimées. On ne fit attention à leur organisation que pour y trouver des caractères distinctifs permettant de reconnaître les espèces, les genres et les familles. Cette direction donnée à l'étude des végétaux est celle qu'on désigne généralement sous le nom d'*Histoire naturelle*.

L'attention des botanistes se porta, enfin, sur l'organisation intérieure des végétaux et sur les manifestations vitales. Des laboratoires furent installés en vue de permettre l'étude de l'anatomie au moyen du microscope et de la physiologie par des expériences de chimie végétale. C'est la *période biologique* dont l'origine ne remonte guère à plus d'un siècle.

Les trois tendances que nous venons de rappeler subsistent encore et se manifestent dans l'enseignement à des degrés divers. Personne, aujourd'hui, n'oserait soutenir qu'il faut se borner aux connaissances utilitaires, mais le rôle de l'Histoire naturelle est contesté. Tandis que les uns en font l'objet presque exclusif de leurs leçons, d'autres voudraient l'abandonner presque complètement pour y substituer l'anatomie et la physiologie. Il nous paraît que la vérité, comme il arrive souvent, se trouve entre ces deux opinions extrêmes.

Certes on a abusé de l'Histoire naturelle en donnant une place prépondérante à la terminologie des organes, en décrivant les caractères d'un grand nombre de familles ; en un mot, en exigeant des connaissances de pure mémoire. Mais de ce que l'Histoire naturelle a été mal enseignée, il ne faut pas conclure qu'elle ne constitue pas une gymnastique intellectuelle de premier ordre. Elle s'occupe de choses que tout le monde peut voir et contrôler ; elle fournit l'occasion d'excellents exercices d'observation ; elle donne l'habitude de la réflexion, de l'ordre et de la méthode. Vivifiée par les idées modernes, elle a d'ailleurs cessé d'être une fastidieuse énumération de caractères distinctifs et une aride classification.

D'autre part, la Biologie a été manifestement trop négligée jusqu'ici. Il faut en chercher la cause dans les difficultés très sérieuses dont cette étude est hérissée. L'Anatomie végétale exige l'emploi constant du microscope ; la physiologie fait appel à des connaissances, en Physique et en Chimie, que les jeunes gens ne possèdent pas. Incapable de voir par lui-même, incapable même de comprendre, l'élève serait fatalement poussé à apprendre par cœur. La plus grande circonspection s'impose donc. Heureusement, il est une partie de la Biologie qui, sans exiger des connaissances anatomiques et physiologiques approfondies, s'occupe des fonctions vitales les plus apparentes et établit un trait d'union entre l'Organographie et la Physiologie proprement dite. Nous voulons désigner l'Ethologie, qui traite de choses visibles

à l'œil nu, explique le fonctionnement des organes et les particularités qu'ils présentent.

Nous croyons donc que l'*Organographie* et la *Botanique systématique* (Classification) doivent faire l'objet de leçons et surtout d'exercices pratiques ; que des notions sommaires d'*Anatomie* et de *Physiologie* suffisent pour permettre l'étude de l'*Ethologie*, laquelle sera aisément accompagnée de démonstrations ; que la *Géographie végétale* enfin possède un réel intérêt et une utilité manifeste sans présenter de sérieuses difficultés.

Si, dans certaines écoles, on pense pouvoir donner un enseignement biologique plus approfondi, on pourra y faire des leçons d'Anatomie et de Physiologie dans l'une des classes supérieures. C'est en vue de cette éventualité que nous avons rédigé les compléments qu'on trouvera à la fin de ce livre.

C'est en combinant ainsi l'enseignement des principales branches de la Botanique qu'on atteindra le plus facilement, croyons nous, le double but qu'on poursuit dans l'enseignement moyen des sciences : développer l'esprit d'analyse, de comparaison et de synthèse, en un mot l'esprit scientifique ; vulgariser les connaissances les plus exactes concernant le monde que nous habitons.

Il ne sera peut-être pas superflu de rappeler que l'*analyse* est le procédé de recherche ; que la *synthèse* est le mode habituel d'énoncer et d'enseigner ; que la *comparaison* est le travail de réflexion et de jugement qui permet de passer de l'analyse à la synthèse.

Dans la plupart des ouvrages destinés à l'enseignement, on fait seulement un exposé synthétique de la Science, parce qu'on regarde l'analyse et la comparaison comme étant les moyens d'arriver au résultat final. Malheureusement, les débutants, et parfois aussi les maîtres peu expérimentés, croient pouvoir se contenter des généralités. Souvent, ils ignorent même que la source de nos connaissances réside dans l'analyse des faits et leur comparaison ; souvent aussi, sous prétexte de généraliser, ils simplifient et dénaturent.

Il est urgent de réagir contre ces procédés antiscientifiques. C'est ce qui nous a décidé à faire, dans ce Traité, une large part à l'analyse, à éveiller la réflexion et le jugement par la comparaison de plusieurs objets préalablement analysés.

Les trois opérations par lesquelles le naturaliste parvient à la conception des lois, c'est-à-dire des faits généraux, peuvent donc se formuler ainsi :

Analyser rigoureusement,
Comparer judicieusement,
Généraliser prudemment.

* * *

Notre livre n'est pas une œuvre de compilation, ni une œuvre d'érudition : il est le fruit de nos réflexions et d'une expérience déjà

longue de l'enseignement. Nous y avons réuni deux choses distinctes : à l'exposé des éléments de la Science botanique telle qu'on doit la concevoir aujourd'hui, nous avons ajouté des exercices, des démonstrations et des renseignements pour le Professeur.

Nous disons l'exposé des *éléments* et non *l'abrégé* : c'est qu'il existe entre ces deux genres d'ouvrages une différence considérable. Présenter les éléments d'une Science, c'est en faire comprendre les idées directrices, c'est tracer à grands traits les lignes dominantes d'un vaste tableau, en faisant abstraction des détails qui détournent l'attention du plan général qu'il faut faire connaître. Rédiger un abrégé, c'est condenser les données éparses, c'est pénétrer dans le fouillis d'une accumulation de faits si nombreux et si enchevêtrés qu'il est impossible de juger de l'ensemble, si on ne possède pas des connaissances préalables suffisantes. Beaucoup d'ouvrages intitulés « Eléments » sont en réalité des abrégés.

Pour élaguer un arbre, il faut supprimer entièrement plusieurs branches, afin que l'air et la lumière puissent circuler entre celles qui restent. Si au lieu de cela, on conserve toutes les branches en se bornant à rogner leur extrémité, on ne réussit qu'à donner à l'arbre une cime compacte et impénétrable. Il faut donc se résigner, dans un livre élémentaire, à délaisser certains sujets, et non pas se contenter de les raccourcir ; il faut omettre certaines notions secondaires et ne pas tenter de les exprimer en peu de mots.

Nous ne croyons pas trop nous aventurer en disant que les lacunes que l'on constatera dans notre livre sont voulues. Nous prions nos collègues de ne pas chercher à les combler : ce zèle serait évidemment contraire à la méthode que nous préconisons.

Malgré les suppressions que nous avons faites, quelques pédagogues trouveront peut-être que ce livre contient encore trop de détails. Ne suffit-il pas, diront-ils, d'expliquer le plan général de l'organisation végétale ? Est-il nécessaire de connaître les diverses manières d'être des organes pour comprendre leurs fonctions ?

Voici notre réponse. Certes on pourrait beaucoup simplifier s'il s'agissait de donner une idée générale et abstraite de « la plante » comme on se plait à dire. Mais cette connaissance ne répondrait à aucune réalité : celui qui croit connaître « la plante » ne connaît aucune plante ; il est dérouté en présence d'une fleur de Dauphinelle ou d'un Bluet ; il ne comprend rien à l'organisation d'une Orchidée, d'une Graminée ou d'une Cupulifère, parce que ces plantes ont des fleurs qui ne répondent pas au schéma ultra simple qu'on lui a imposé (quatre verticilles : un calice, une corolle, des étamines, un pistil). Il en est de même en Physiologie : toutes les plantes ne vivent pas de la même manière. Une physiologie générale n'explique pas grand' chose ; elle laisse supposer une uniformité qui n'existe pas. Tout le monde demande que l'enseignement de la Botanique se fasse pratiquement, que l'élève puisse se rendre compte des cas particuliers qui s'offrent à lui tous les jours. Dès lors l'étude générale de « la plante » ne suffit pas ; il faut nécessairement l'étude spéciale *d'un certain nombre de plantes*, c'est à dire de cas concrets.

Lorsqu'on compare un grand nombre de plantes, on est frappé de la diversité des organisations et des fonctions. On comprend alors pourquoi il est si difficile de donner des définitions exactes, s'appliquant à tous les cas, et d'énoncer des caractères généraux. Ce n'est donc pas par des définitions et des généralités, qu'il faut commencer l'enseignement d'une science comme la Botanique. Nous pensons, au contraire, qu'il convient de faire étudier d'abord des types bien choisis, puis de mettre en évidence les ressemblances et les différences, par des rapprochements judicieux.

Le travail analytique exercera l'élève à l'observation, en même temps qu'il l'obligera à préciser ses idées. Le travail synthétique développera son jugement et l'habituera, peu à peu, à donner aux conceptions abstraites une exactitude suffisante. C'est cette double méthode, analytique et synthétique, que nous avons cherché à mettre en pratique dans ce livre ; c'est elle qui le distinguera des Traités élémentaires usités jusqu'ici dans l'enseignement. Pour réaliser cette double méthode, nous avons donné une large extension aux *exercices* d'Organographie et d'Ethologie qui précèdent le *traité* proprement dit.

« C'est une méthode déplorable, et malheureusement trop habituelle, « que celle qui consiste à prétendre acquérir d'abord tout un ensemble « de connaissances théoriques, pour les appliquer ensuite à l'observa- « tion des êtres et des phénomènes. Vouloir apprendre la Botanique « d'abord, pour étudier les plantes ensuite, constitue un programme de « travail tout à fait irrationnel, déraisonnable, absurde, aussi contraire « au bon sens et aux règles de la physiologie normale, que celui qui « consisterait à faire ingérer en quelques mois, à un jeune homme, « toute la provision d'aliments capables d'assurer sa nourriture pen- « dant son existence entière jusqu'à une vieillesse avancée.

« Les connaissances théoriques sont des synthèses abstraites, des « résumés systématiques, qui résultent du classement méthodique d'une « foule de notions particulières, préalablement acquises par le travail « analytique de nombreuses générations de savants. Elles ne peuvent « être comprises et assimilées, par les débutants, qu'à la condition d'être « appuyées continuellement sur ce même travail analytique d'observa- « tion comparative, accompli par l'étudiant lui-même (1) ».

*
* *

On nous permettra d'insister aussi sur la différence qui doit exister entre le *cours* et le *livre*. Trop souvent, hélas ! une leçon n'est que la paraphrase de quelques pages du livre ; elle se fait l'humble suivante d'un auteur adopté. La leçon devrait, au contraire, réaliser ce que le meilleur livre ne peut qu'ébaucher : l'union de la théorie et de la pratique ; en d'autres termes, l'accord de la notion abstraite et

---

(1) G. Beauvisage, *Guide des étudiants au Jardin botanique de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon*, p. 88. — Henri Georg. 1909.

de la réalité palpable. Les choses de la Nature ne peuvent qu'imparfaitement s'énoncer par des mots et des phrases. C'est bien le cas de répéter ici : le disciple doit apprendre « ce que parler veut dire. » Il doit savoir établir l'équation entre l'expression scientifique et la chose désignée par cette expression.

Nous pensons qu'un livre classique de Science ne doit pas être suivi servilement, mais consulté par le professeur et par les élèves. Dès le début, il faudra apprendre aux jeunes gens à se servir d'un ouvrage comme celui-ci, car ils ne sont pas habitués à *consulter* les livres d'Histoire, de Géographie ou de Mathématiques, mais à les *suivre*. C'est là, certainement, une des premières exigences de la méthode scientifique qu'il s'agit d'inculquer. On ne peut admettre aujourd'hui qu'un livre de Science contienne « juste ce qu'il faut savoir » et qu'il suffise de l'apprendre par cœur. Il faut persuader l'élève que « savoir » est le résultat d'un travail de recherche, d'intelligence et de réflexion.

Puisque nous parlons du livre et des leçons, disons encore quelques mots des termes, des définitions, des exemples, des interrogations, des collections et de la bibliographie.

Les TERMES scientifiques semblent si bien faire partie de la Science que certaines personnes ne conçoivent pas celle-ci sans ceux-là. Pour elles, l'étalage d'une riche terminologie est un signe de science profonde. C'est une erreur regrettable. Certes, des mots spéciaux sont nécessaires pour désigner les choses dont le vulgaire ne se préoccupe pas ; d'autres sont utiles pour donner au langage des savants plus de concision et de précision. Les premiers sont indispensables, mais les seconds, dans un cours d'initiation, peuvent avantageusement être remplacés par une périphrase. Ce qu'il faut exiger comme une précieuse qualité, c'est l'exactitude dans l'usage des termes adoptés. Employer toujours le même mot dans le même sens, et exprimer la même idée par le même mot, quoi de plus simple et de plus logique, semble-t-il ! Et cependant c'est là un idéal dont généralement on se soucie assez peu. Quel exercice fructueux, au point de vue de la formation de l'esprit et de la netteté de la pensée que celui qui consiste à employer toujours le « mot propre » !

Les DEFINITIONS sont des notions abstraites qu'il est souvent impossible de formuler rigoureusement. Cela provient de plusieurs causes, notamment de ce que la Nature n'a pas l'uniformité qu'on lui suppose volontiers pour simplifier son étude. L'élève apprendra par l'usage à appliquer les termes tige, feuille, bractée, anthère, ovaire etc... comme l'enfant apprend à se servir des mots tableau, pierre, couleur, volonté. Plus tard, on pourra chercher à définir, s'il y a nécessité, mais cette chose difficile doit venir à la fin et non au commencement. L'essentiel est de montrer les choses dont on parle : les exercices et les démonstrations fourniront maintes occasions de le faire.

On a souvent l'habitude de chercher la définition dans la fonction. On comprendra, par la suite, que c'est une grave erreur, attendu que

chez les végétaux surtout, la fonction est bien plus variable que certains caractères d'organisation. C'est ainsi que la tige, la feuille et la racine ne peuvent être rigoureusement définies que par l'Anatomie. On se dispensera donc de donner ces définitions au début ; on indiquera seulement quelques caractères généraux, c'est-à-dire ordinaires, puis les principales manières d'être, et enfin les transformations que les membres peuvent subir.

Les EXEMPLES sont éminemment utiles, à la condition de les choisir parmi les choses connues de l'élève, ou tout au moins parmi celles qu'il pourra connaître. A quoi servirait de citer, comme exemple de fleurs irrégulières, celles d'une espèce exotique des plus rares ? Le débutant connaissant peu de plantes et les connaissant mal, il y a tout avantage à lui faire analyser d'abord un certain nombre de types qui fourniront ensuite les meilleurs exemples.

Les INTERROGATIONS ne doivent pas avoir pour objectif de simples répétitions ; il est bon de poser, de temps en temps, des questions qui nécessitent la comparaison de deux objets analysés précédemment et qui provoquent la réflexion. Dans les exercices d'Organographie et d'Ethologie, nous avons intercalé un certain nombre de questions de ce genre, en indiquant brièvement la réponse, ou bien en laissant à l'élève le soin de la chercher, quand elle est facile à trouver.

Les COLLECTIONS. Il est peu utile de dresser ici la liste des objets qu'on *pourrait* recueillir pour les montrer pendant les leçons. Cette liste, en effet, doit être parfaitement appropriée à chaque catégorie d'enseignement. Au lieu de la rédiger a priori, on notera au jour le jour, durant la première année, les choses dont on parle et qu'il conviendrait de posséder : quelques feuilles séchées en herbier ; des fruits et des graines dans des flaçons ou des boîtes ; des organes charnus, champignons, etc..., conservés dans de l'alcool ; des textiles (Lin, Chanvre, Coton) avec les plantes qui les produisent. Autant que possible, on aura des échantillons nombreux qu'on ne craindra pas de distribuer ou de briser pour les étudier plus complètement. Au besoin, on renouvellera la provision chaque année. On aura aussi des échantillons de cellulose, amidon, sucre, glycose, huile végétale, albumine, charbon de bois, cendre de bois, engrais chimiques, etc... Les planches murales ont été citées plus haut (p. 38) ; nous parlerons des plantes vivantes en donnant, au début du Chapitre II, quelques indications pratiques concernant les Jardins botaniques. Quant aux collections qui se trouvent dans le commerce, elles sont rarement utilisables : généralement, elles ne sont pas appropriées aux leçons que l'on fait, et ne contiennent de chaque objet qu'un échantillon auquel on n'ose pas toucher.

Pour faire une collection classique réellement utile, il faut se restreindre aux choses importantes que les élèves doivent connaître, et ne pas céder au plaisir de collectionner, c'est à dire d'amasser le plus grand nombre possible d'objets et de rechercher les choses rares pour leur rareté. On peut d'ailleurs se proposer plusieurs buts et travailler en conséquence : ainsi on réunira des cônes de Pin, d'Epicea, de Mélèze, de Thuia, de Cyprès, de Genévrier, etc... ; des fruits de Chêne

de Hêtre, de Châtaignier, de Noisetier, de Charme, etc... ; des épis de Froment, de Seigle, d'Orge, d'Avoine, de Maïs, etc... Ces trois séries, et d'autres semblables, seront utilisées de deux manières : au point de vue morphologique, elles montreront les diverses manières d'être d'organes homologues (cônes, cupules, inflorescences de Graminées) ; au point de vue systématique, elles feront connaître nos arbres et nos céréales. On ne dédaignera pas les choses les plus vulgaires qui sont souvent très mal connues : pois, haricots, fèves, lentilles (que tant de personnes confondent), millet, chanvre, graines de Lin, etc...

Bibliographie. — Il ne sera pas sans utilité, croyons-nous, de dresser une liste de quelques ouvrages que les professeurs et les élèves normaliens pourront consulter, soit pour augmenter leurs connaissances, soit pour développer quelques-unes de leurs leçons. Nous ne renseignerons pas de traités généraux, ni de livres classiques, jugeant qu'il est préférable de s'adresser directement aux ouvrages spéciaux.

En ce qui concerne la connaissance des plantes, leurs caractères botaniques, leur distribution géographique, leurs particularités biologiques, leurs variétés cultivées, leurs propriétés, leurs usages, etc... on recourra très fréquemment et très utilement aux deux gros volumes de P. Constantin (**1**) (voir liste ci-après). Le petit livre de D. de Bois et G. Gadeceau (**2**) rendra aussi quelques services. Celui de H. Coupin (**3**) vulgarisera la connaissance des végétaux les plus curieux.

Pour la détermination des espèces, la flore F. Crépin (**4**) et celle de C. H. Delogne (**5**) seront d'un usage constant. La première de ces flores ne mentionne que les plantes sauvages indigènes ; la seconde renseigne, en outre, celles qui sont cultivées dans nos jardins et nos serres.

Au point de vue de l'Organographie et de la Systématique, K. Schumann (**6**) a publié l'analyse détaillée d'un grand nombre de plantes.

Comme guide pour les études d'Anatomie, citons un modèle de simplicité et de méthode scientifique, le manuel de Ed. Strasburger (**7**) : signalons, en outre, l'Atlas de Coupin, Jodin et Dauphine (**8**).

Pour la Physiologie, les œuvres de vulgarisation de L. Errera (**9** et **10**) sont des plus utiles. Dans un genre différent, le manuel de Detmer (**11**) fournira des données sur diverses expériences.

J. Chalon (**12**) a consacré un livre aux manipulations relatives aux divers genres d'études botaniques.

La Biologie, trop longtemps négligée, n'est guère exposée que dans certains ouvrages spéciaux peu répandus encore, tels que ceux de K. von Marilaun (**13**), de E. Warming (**14**), et de W. Migula (**5**). Dans une série de travaux hautement appréciés, M. le Prof. J. Massart (**16**, **17**, et **18**) a appliqué les données éthologiques à la flore de notre pays ; ses excursions ont fait l'objet de très intéressantes relations, par Mme Schouteden-Wery (**19**).

Concernant les flores exotiques, on trouvera des détails dans les ouvrages de J. Costantin (**20** et **21**), mais on fera abstraction des allusions mythologiques qu'ils contiennent, et qu'on aurait tort de confondre avec les notions scientifiques.

1. *P. Constantin.* — Le monde des plantes, 2 vol. de la collection des Merveilles de la Nature. Paris. J. B. Baillière.

2. *D. Bois* et *G. Gadeceau.* — Les végétaux, leur rôle dans la vie quotidienne. Paris. P. Roger, 1909.

3. *H. Coupin.* — Les plantes originales. Paris. Vuibert et Nony, 1905.

4. *F. Crépin.* — Manuel de la flore de Belgique. Bruxelles. G. Mayolez.

5. *C. H. Delogne.* — Flore analytique de la Belgique. Namur. Wesmael-Charlier.

6. *K. Schumann.* — Prakticum für morphologische und systematische Botanik. Jena. G. Fischer, 1904.

7. *Ed. Strasburger.* — Manuel technique d'Anatomie végétale, traduit par J. Godfrin. Paris. F. Savy, 1886.

8. *Coupin, Jodin* et *Dauphine.* — Atlas de Botanique microscopique. Paris. Vigot, 1908.

9. *L. Errera* et *E. Laurent.* — Texte descriptif des planches de Physiologie végétale. Dans le « Recueil d'œuvres de Léo Errera » : Botanique générale, vol. II. Bruxelles. H. Lamertin.

10. *L. Errera.* — Les bases scientifiques de l'Agriculture. Ibidem.

11. *W. Detmer.* — Manuel technique de Physiologie végétale, traduit par H. Micheels. Paris. C. Reinwald, 1890.

12. *J. Chalon.* — Notes de Botanique expérimentale, 2e édition. Namur. Wesmael-Charlier, 1901.

13. *K. von Marilaun.* — Pflanzenleben. Leipzig u. Wien. Verlag des Bibliographischen Instituts, 1890.

14. *E. Warming.* — Œkologische Pflanzengeographie. Berlin. 1902.

15. *W. Migula.* — *Pflanzenbiologie.* Leipzig. Quelle u. Meyer, 1909.

16. *J. Massart.* — Essai de géographie des districts littoraux et alluviaux de la Belgique. Dans le « Recueil de l'Institut botanique L. Errera », tome VII. Bruxelles. H. Lamertin, 1908.

17. *J. Massart.* — Esquisse de la Géographique botanique de la Belgique. Ibidem, tome VII*bis*. 1910.

18. *J. Massart.* — Nos arbres. Bruxelles. H. Lamertin, 1911.

19. *J. Schouteden-Wery.* — Relations des excursions scientifiques dirigées par M. J. Massart, vol. I : Sur le littoral belge. Vol. II : Dans le Brabant. Bruxelles. H. Lamertin, 1908 et 1909.

20. *J. Costantin.* — Les végétaux et les milieux cosmiques. Paris. F. Alcan, 1898.

21. *J. Costantin.* — La nature tropicale. Ibidem. 1899.

*
* *

On s'étonnera peut-être de ne pas trouver, au début de ce Traité, la *définition de la plante* et la *distinction établie entre le règne végétal et le règne animal.*

Ce qui a été dit plus haut des définitions fera comprendre le motif de ces omissions. Les recherches modernes ont d'ailleurs fait découvrir une identité complète entre les végétaux et les animaux au point

de vue de la composition chimique, de la constitution cellulaire, et des phénomènes essentiels de la vie. Mais ces ressemblances ne sont évidentes que pour ceux qui connaissent suffisamment l'organisation et la physiologie, non seulement des plantes, mais encore des animaux. C'est donc à la fin des études biologiques que cette question peut être traitée, et alors la conclusion sera celle des auteurs modernes : « Il n'y a pas de frontière marquée entre les plantes et les animaux (1) » ; « On ne trouve aucun caractère s'appliquant à tous les animaux à l'exclusion des végétaux, ou à tous les végétaux à l'exclusion des animaux (2) ».

Si on voulait énoncer le grand principe de l'identité fondamentale de tous les êtres vivants, dès le début d'un cours élémentaire, on heurterait le sentiment des élèves. Peut-être voudraient ils bien nous croire sur parole, mais leur conviction ne serait pas faite scientifiquement.

Ce qu'il importe davantage de bien faire comprendre, c'est que l'étude des plantes doit se faire à deux points de vue : *au point de vue morphologique* et *au point de vue physiologique*.

Ces deux points de vue dominent tout le domaine des Sciences biologiques. Il est bon de savoir les distinguer, et aussi les combiner comme on le fait dans l'Ethologie. Conformément à ce qui a été dit dans la Préface, le point de vue morphologique sera prépondérant pendant la première année d'études botaniques ; le point de vue physiologique durant la seconde.

Il nous parait indispensable aussi de tenir les élèves au courant de la marche du cours qui leur est fait : ils doivent toujours savoir de quelle partie de la Science on leur parle, afin qu'ils ne soient pas comme des étrangers perdus en terre inconnue. L'*Introduction à l'usage des élèves* a été rédigée dans ce but. Nous pensons qu'il faut l'expliquer au début et y revenir de temps en temps.

L'initiation des jeunes intelligences à la méthode scientifique est une œuvre délicate et ardue. Le professeur ne saurait trop se pénétrer des paroles d'un grand philosophe naturaliste :

« *Für die Kinder, ist das beste gerade gut genug.* » (GOETHE).

*
* *

Une dernière remarque. Tous les élèves qui fréquentent une Ecole ne sont pas appelés à devenir des hommes de science, mais tous doivent être un jour des hommes instruits, capables de se rendre compte de la méthode scientifique et même de l'appliquer dans divers domaines de l'activité humaine. Quelle est donc la caractéristique de la méthode scientifique ?

---

(1) W. PFEFFER, *Physiologie végétale*, trad. par J. Friedel, t. I. p. 278 — Paris, Schleicher, 1904

(2) G. BONNIER et LECLERCQ DU SABLON, *Cours de Botanique*, t I, p 11 — Paris P. Dupont, 1901

« Et d'abord, qu'est-ce qu'un savant ? C'est, pense-t-on souvent, un « homme qui sait ; idée fausse, conception malheureusement trop répan- « due, origine de bien des vices d'organisation dans les examens et « les concours : un savant réduit au seul savoir ne serait pas plus « utile au progrès de la Science qu'une encyclopédie ou un diction- « naire ; un vrai savant doit joindre au savoir l'action scientifique, « c'est-à-dire l'esprit de recherche, une curiosité toujours en éveil, une « patience inlassable, et surtout l'initiative et encore l'initiative. Il a le « sentiment très net de son ignorance sur un point précis et la « volonté de la dissiper ; il a conscience de l'infinie complexité des « faits auxquels l'habitude donne une fausse apparence de simplicité « et il cherche à les expliquer, sans se faire illusion sur la valeur de « ses explications qui reviennent, au fond, à prévoir avec précision « la succession des phénomènes.

« L'esprit scientifique donne aussi à la vie le but le plus élevé « qui soit, la recherche de la vérité ; en même temps, il rend modeste « et prudent, car cette vérité est relative, le fond des choses, si cette « expression a un sens, devant toujours échapper à l'humanité.

« Cet esprit scientifique est indispensable dans toutes les condi- « tions sociales, non seulement pour préparer le recrutement des carriè- « res auxquelles conduit l'enseignement supérieur, mais pour développer « les qualités d'activité intelligente, d'initiative et d'énergie, qui sont « les conditions du progrès et de la vie même de notre démocra « tie. (1)

---

(1) Paul Appel, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences de Paris. Discours d'ouverture du Congrès de *l'Association française pour l'avancement des Sciences*, Clermont-Ferrand, 1898.

Exercices

I. Analyse de plantes choisies au point de vue de l'Organographie et de la Classification

Pour qu'un enseignement scientifique soit fructueux, il ne suffit pas qu'il soit accompagné de démonstrations faites pendant les leçons ; il doit marcher de pair avec des exercices au cours desquels les élèves sont astreints à se livrer eux-mêmes à un travail scientifique. Ce travail consiste essentiellement à observer, à dessiner, à décrire, à comparer et à synthétiser. Les jeunes gens doivent être soumis de bonne heure à cette discipline, à l'effet de réagir contre la tendance funeste qu'ils manifestent presque tous, et qui consiste à tout apprendre par cœur.

L'Organographie végétale se prête admirablement à des exercices élémentaires d'observation et de comparaison. C'est pour cela que nous croyons que cette partie de la Botanique ne doit pas être délaissée, ni complètement asservie à la Biologie. L'étude des organes au point de vue purement morphologique est une gymnastique précieuse parce que la forme, la position, le nombre, etc... des parties constituant un organisme sont des choses bien plus faciles à constater et à énoncer que les actes, les phénomènes, les manifestations biologiques diverses dont l'étude constitue la Physiologie.

Quand nous parlons de la facilité et de l'utilité des exercices d'Organographie, nous supposons, bien entendu, des exercices habilement dirigés par le professeur. Tout d'abord, il y a la question du choix des types à étudier, puis celle de la méthode à suivre.

Quelles sont les considérations qui doivent déterminer *le choix* des types ? Les espèces seront choisies de façon à fournir des exemples bien démonstratifs des principales conformations des organes végétatifs et des organes floraux ; il faut que ces espèces puissent se trouver en

abondance, que leurs fleurs soient grandes et suffisamment nombreuses. Toutes choses égales d'ailleurs, on donnera la préférence aux espèces utiles ou ornementales qu'il est bon de connaître plus spécialement, et on évitera les raretés qui n'ont souvent d'autre attrait que la difficulté qu'il y a de les découvrir.

Si on ne pouvait se procurer l'un de ces types au moment voulu, on le remplacerait par un autre à peu près équivalent. Quant au nombre de types à étudier, il dépend évidemment de l'importance du cours, de l'âge des élêves et de plusieurs autres circonstances. On trouvera ci-après l'analyse d'une soixantaine de plantes : celles qui ont été jugées plus importantes sont marquées d'une *.

Pour guider le professeur dans le choix qu'il aura à faire (choix qui probablement ne sera pas le même tous les ans), nous avons inséré à la page suivante un tableau indiquant les espèces qui peuvent être substituées les unes aux autres. Il convient de veiller à ce qu'une plante au moins de chacune des quinze catégories renseignées dans ce tableau soit analysée par les élèves [1]. On évitera les fleurs doubles dont l'organisation n'est jamais normale.

Au début, le professeur devra surveiller le travail de très près et fournir des éclaircissements. Plus tard, lorsque les jeunes gens auront acquis une certaine habitude, ils pourront analyser seuls les types les plus faciles, tels que Lis, Coquelicot, Fuchsia, Mauve, Capucine, Lilas, Campanule, etc... en s'aidant du tableau inséré à la fin des Exercices analytiques d'Organographie sous le titre : *Questionnaire pour l'analyse des fleurs et des fruits de diverses plantes*. Un autre tableau plus complet se trouve à la fin du chapitre I.

Il ne faudrait pas supposer qu'un questionnaire semblable constitue un guide suffisant dans tous les cas. Il y a des questions qu'il ne faut pas poser en étudiant certaines plantes, parce que l'élève ne pourrait pas répondre. Il est facile de compter les étamines dans une foule de fleurs, mais dans les Composées l'élève n'y arrivera pas, parce que leurs fleurs sont très petites et les anthères soudées. En présence d'une Renonculacée ou d'une Solanée, le professeur peut demander quelle est l'insertion des étamines ; mais il ne posera pas cette question en présence d'une Papilionacée, parce que l'adhérence des étamines au calice est si peu appréciable, dans cette famille, que le débutant ne peut la constater : l'élève ne sera pas convaincu, si même on essaie de lui faire voir cette adhérence.

Le professeur avisé sait qu'il y a des choses qu'il est bon de ne pas dire dans un cours élémentaire, parce qu'il ne pourrait en donner la preuve. Ainsi, en disséquant une fleur de Primevère, il ne parlera pas du nombre des carpelles, attendu que, dans cette plante, la constitution du pistil ne peut être démontrée que par des préparations microscopiques des plus délicates.

---

(1) En choisissant des espèces qui appartiennent à plusieurs catégories, comme la Tulipe et l'Anémone, on pourra en cas de nécessité réduire le nombre des types à analyser.

Tableau indiquant les principaux types à analyser au point de vue de l'Organographie.

	Catégories	Types principaux	Types de remplacement
1	Périanthe simple.	Tulipe, Iris, Betterave, Anemone.	Lis, Jacinthe, Ortie, Populage.
2	Périanthe double : un calice et une corolle dialypétale.	Stellaire, Giroflée, Renoncule, Ronce.	Œillet, Cardamine, Pivoine, Fraisier
3	Périanthe double : un calice et une corolle gamopétale.	Pomme de terre, Muflier, Consoude, Lamier.	Primevère, Linaire, Lilas, Campanule.
4	Périanthe rudimentaire.	Seigle.	Froment, Ivraie, Avoine.
5	Etamines et carpelles en grand nombre	Renoncule, Anémone, Ronce, Eglantier.	Populage, Clématite. Pavot, Fraisier.
6	Etamines et carpelles en petit nombre.	Tulipe, Giroflée. Pomme de terre, Muflier	Lis, Cardamine, Fuchsia, Campanule.
7	Etamines insérées sur le réceptacle floral.	Stellaire. Renoncule. Anémone, Giroflée.	Œillet, Populage, Clématite, Coquelicot.
8	Etamines adhérentes au calice	Ronce, Poirier, Cerisier.	Fraisier, Aubépine, Fuchsia.
9	Ovaire supère.	Tulipe. Stellaire, Giroflée, Cerisier.	Lis, Œillet, Coquelicot, Primevére.
10	Ovaire infère.	Iris, Poirier, Carotte	Narcisse, Aubépine. Fuchsia.
11	Fleurs régulières.	Tulipe, Stellaire, Renoncule, Consoude.	Jacinthe. Œillet, Ancolie, Primevére.
12	Fleurs irrégulières.	Orchis, Cytise, Lamier, Muflier.	Dauphinelle, Robinier, Pois, Linaire.
13	Fleurs unisexuées.	Epinard, Compagnon rouge.	Ortie. Compagnon blanc.
14	Fleurs petites en capitules.	Grande Marguerite, Pissenlit.	Pâquerette, Bluet, Chicorée.
15	Fleurs petites en châtons.	Saule.	Noisetier.

Il ne faut donc pas s'obstiner à décrire toutes les plantes en suivant un plan rigoureusement uniforme. D'ailleurs, tel caractère important dans une famille, perd toute sa valeur dans une autre ; telle espèce est intéressante par la constitution de ses organes végétatifs, telle autre par la conformation de sa corolle, la disposition de ses étamines, la forme de son pistil, ou les particularités de son fruit. Ce sont ces points là qu'il convient de mettre en lumière, en négligeant un peu les autres. Le débutant ne sait pas distinguer l'important de l'accessoire : c est surtout pour cela qu'il a besoin d'être guidé.

Considérons maintenant *la méthode* qu'il faut suivre en dirigeant les exercices d'Organographie. On conçoit que cette méthode sera toute différente de celle qui préside à une leçon théorique, c'est-à-dire à un exposé méthodique. Une séance pratique doit être une recherche faite par l'élève lui même. Le professeur tâchera donc de s'effacer autant que possible ; il fera en sorte que l'élève puisse trouver par ses propres moyens, et découvrir en quelque sorte ce qu'il veut lui enseigner. Or on ne découvre quelque chose d'inconnu, c'est-à-dire caché, qu'en tâtonnant, qu'en suivant une voie ordinairement pleine d'imprévus et d'hésitations. Pour ne pas se perdre dans le vaste champ d'exploration qui s'ouvre devant lui et qui cependant lui semble fermé, l'élève doit analyser, dessiner, décrire, comparer et synthétiser.

ANALYSER, c'est porter son attention successivement sur toutes les parties d'un tout ; c'est donner une direction voulue aux yeux et à la pensée, au lieu de les laisser errer au hasard sur les objets. Il est bon de s'astreindre à suivre un ordre déterminé : tiges, feuilles, racines inflorescences, périanthe, étamines, carpelles, fruits. Pour chacun de ces sujets, on examinera le nombre des organes, leur place, leurs parties, leur forme, leur grandeur, leurs rapports, etc... Lorsqu'un de ces points restera obscur, ou ne présentera aucun intérêt, le maître expérimenté interviendra en dirigeant la recherche d'un autre côté pour empêcher d'inutiles efforts.

DESSINER est tout à la fois un procédé d'investigation et un mode d'énonciation. « Ce n'est qu'en dessinant avec soin les objets examinés que le botaniste parvient à exercer son attention, et à la maintenir dans un état d'activité perpétuelle (1) ». Le naturaliste ne dessine pas comme un artiste, mais plutôt comme un ingénieur ou un architecte. Ses croquis ne sont pas une représentation fidèle des objets ; ils ne représentent pas l'aspect des choses ; ils ne donnent pas l'illusion de la réalité : ils expriment seulement ce que l'auteur a compris et ce qu'il veut faire comprendre aux autres. Le dessin scientifique est toujours plus ou moins schématique : c'est ce qui en fait la valeur. « Le lecteur doit considérer la figure même comme le résultat des réflexions et des remarques de l'observateur, c'est à ce prix seulement que l'un et l'autre arriveront à se comprendre réciproquement (2) ». A vrai dire, il n'est

(1) J. SACHS. *Histoire de la Botanique*. Traduction française. p. 269.
(2) *Ibidem*.

pas facile de faire saisir tout cela par les débutants qui s'appliquent avant tout à reproduire l'apparence. Il nous a toujours paru inutile de donner de longues explications sur ce sujet ; il vaut mieux pratiquer la méthode, c'est-à-dire corriger un dessin exécuté par l'élève et montrer comment on parvient à lui faire exprimer les caractères botaniques et non l'aspect. Pour cela, il faut *mettre en évidence* les particularités jugées caractéristiques, même si elles sont peu apparentes, et *supprimer* volontairement les choses secondaires pour le botaniste, même si elles attirent vivement l'attention, comme la coloration, le recouvrement pileux, etc... Peu à peu, on arrive ainsi à faire saisir le plan d'une fleur (ce qu'on appelle généralement le diagramme), et à faire apprécier la signification d'un schéma quelconque.

A quoi bon d'ailleurs figurer une fraise ou une poire, si on se contente de représenter l'apparence que tout le monde connaît ? Ce qu'il faut indiquer surtout, c'est ce qu'on ne remarque pas d'ordinaire, ce qui est parfois très difficile à distinguer, mais qui existe bien réellement : par exemple, le calice et les étamines desséchées qui se trouvent en-dessous de la fraise et au-dessus de la poire.

Pour celui qui n'est pas initié, de tels dessins ne sont pas immédiatement compréhensibles, mais l'élève doit apprendre à lire les dessins scientifiques, comme le maçon lit les plans de l'architecte, comme le mécanicien comprend les épures de l'ingénieur (1).

DÉCRIRE, en langage scientifique, l'organisation d'une plante est un exercice non moins utile. Il oblige l'étudiant à mettre de l'ordre dans ses impressions, à préciser sa pensée, à la traduire par des termes exacts et concis. Par certains côtés, cette gymnastique nous paraît bien supérieure à celle qui consiste à imposer une « amplification », c'est-à-dire un devoir dans lequel l'imagination joue un rôle prépondérant. Ici encore, le maître devra corriger le travail individuel des élèves. S'il ne peut le faire pour tous à chaque séance, il le fera pour quelques-uns à tour de rôle. La correction sera faite en commun, par un échange de critiques : un texte modèle sera ensuite dicté, s'il y a lieu.

COMPARER un certain nombre de faits entre eux consiste à rechercher les ressemblances et les différences qu'ils présentent. Cette opération conduit souvent à des résultats que ne faisait pas prévoir l'étude de ces faits pris isolément. La comparaison est donc une source de connaissances. Nous avons indiqué les principaux sujets de comparaison que l'on pourra proposer aux élèves : l'exercice consiste à chercher et non à vérifier. Les réponses mentionneront souvent des ressemblances et des différences d'ordre secondaire, comme la couleur des fleurs, la

---

(1) Nous inspirant de ces idées, nous nous sommes astreints à dessiner nous-mêmes toutes les figures de ce livre Certes, il eût été plus facile de recourir à la photographie comme on tend à le faire de plus en plus On doit, cependant, reconnaître que les reproductions photographiques d'organes végétaux ne donnent que l'apparence (parfois même la silhouette seulement); qu'elles ne montrent pas les insertions, ni les autres détails importants, quoique peu apparents, qu'il s'agit précisément de *mettre en relief* Ces épreuves ne possèdent aucune des qualités que doit présenter le dessin scientifique tel que J. Sachs l'a défini.

grandeur des feuilles, etc... Le professeur fera comprendre que ce sont là des caractères sans importance ; il amènera les élèves à trouver eux-mêmes ceux auxquels les botanistes accordent de la valeur et que nous avons consignés en quelques mots à la fin de chaque analyse.

SYNTHÉTISER, c'est énoncer des lois plus ou moins générales, qui découlent tout naturellement des comparaisons. Pour qu'une synthèse ait de la valeur, elle doit s'appuyer sur un nombre suffisamment grand de faits. L'homme avide de simplification l'oublie trop souvent, aussi on ne saurait trop mettre les débutants en garde contre les généralisations hâtives. Après avoir étudié quelques tiges, feuilles, racines, fleurs et fruits, on n'est nullement en état de définir rigoureusement ces parties de la plante. Au point de vue pédagogique, il faut s'appliquer à développer l'esprit d'analyse et refréner la tendance à la généralisation. On n'oubliera jamais que *nos idées perdent en précision ce qu'elles gagnent en généralité.*

Il a été expliqué, dans la première partie de ce livre, de quelle manière les exercices d'Organographie peuvent être organisés (p.p. 29, 34 et 46). Nous avons insisté suffisamment, croyons-nous, sur l'utilité de ces exercices. Nous donnerons cependant un exemple encore qui montrera que les objets les plus vulgaires peuvent servir à inculquer des idées qu'une leçon théorique est souvent impuissante à bien faire saisir.

Supposons qu'on ait analysé les productions échelonnées le long d'une tige de Chou de Bruxelles et qu'on ait analysé aussi les bourgeons qui garnissent une branche d'arbre (Lilas, Marronnier d'Inde, etc...). On se proposera alors de comparer les bourgeons du Chou de Bruxelles et ceux de l'arbre.

Celui qui est habitué aux idées scientifiques trouvera beaucoup de ressemblances entre les deux termes de cette comparaison, tandis que les autres personnes n'y verront que des différences.

Comme ressemblances, il faut citer l'identité de position (dans l'aisselle des feuilles) et l'identité de composition (un court rameau portant un grand nombre de jeunes feuilles rapprochées les unes des autres). Les deux objets comparés sont donc bien des bourgeons.

Comme différences, les feuilles extérieures des bourgeons des arbres sont écailleuses, sèches, capables de protéger efficacement les feuilles suivantes encore tendres et délicates. Dans le Chou de Bruxelles, les feuilles extérieures du bourgeon sont molles et vertes, de sorte que tout est gelé en hiver. Les bourgeons de nos arbres sont merveilleusement adaptés à notre climat ; ceux du Chou de Bruxelles ont été hypertrophiés par la culture et la sélection : ils ne sont appropriés qu'aux exigences de notre table.

Bref, les deux termes de notre comparaison sont des choses identiques au point de vue organographique, mais elles affectent des manières d'être différentes. Nous dirons donc que les ressemblances l'emportent sur les différences.

Si nous comparions une pomme de terre (tige souterraine renflée, garnie de plusieurs bourgeons) et un navet (racine charnue), nous arriverions à un résultat tout opposé. Pour le botaniste, en effet, ces deux

choses diffèrent très notablement, bien qu'elles offrent à première vue une grande analogie.

Des rapprochements semblables habitueront les élèves à se défier des apparences, et à émettre un jugement sur des caractères précis, réellement constatés. En leur posant des questions analogues, on leur fera comprendre que répondre à une question scientifique ne consiste pas à « répéter » ce qui est imprimé dans un livre, mais à énoncer le résultat d'un travail d'intelligence et de réflexion.

II. Observation de plantes choisies au point de vue de l'Ethologie et de la Physiologie

L'enseignement de l'Éthologie et celui de la Physiologie ne peuvent être purement théoriques : ils doivent s'accompagner de démonstrations et d'expériences. Celles-ci, il est vrai, présentent plus de difficultés que les exercices analytiques d'Organographie et de Botanique systématique. Aussi le professeur devra, généralement, les faire lui-même, soit pendant les leçons, soit au cours de séances plus spécialement réservées aux manipulations et aux observations biologiques.

Ce qui a été dit du choix des types et de la méthode, à l'occasion des analyses organographiques, pourrait être répété ici.

Les circonstances déterminent souvent à quelles espèces il faut recourir. Le tableau inséré à la page suivante, dans lequel ne figurent que les types biologiques les plus importants, permettra au professeur de faire en sorte qu'une plante au moins de chacune des quinze catégories indiquées fasse l'objet d'une démonstration suffisamment complète.

Ce qui contribue à rendre plus difficiles les observations biologiques (Ethologie et Physiologie), c'est l'intervention du facteur temps. On ne peut tout voir à un même moment : ordinairement, il faut faire des constatations à des intervalles plus ou moins longs. Pour les stades successifs d'un développement, on arrive parfois à les montrer le même jour, quand on a eu soin de pratiquer des semis échelonnés pendant une semaine ou deux. D'autres fois, on fera voir le début et la fin d'une expérience faite en double à cet effet.

Le dessin ici se réduit, généralement, à une série de schémas choisis de façon à représenter des états successifs. Quant à l'énoncé verbal, c'est un récit dans lequel il faut bien respecter l'ordre chronologique.

Les plantes étudiées au point de vue éthologique sont généralement les mêmes que celles qui ont été examinées au point de vue organographique. Pour comprendre les fonctions, il est en effet indispensable

Tableau indiquant les principaux types à observer au point de vue de l'Ethologie.

	Catégories	Types principaux
1	Germination.	Poireau, Seigle, Haricot, Pois.
	Végétation :	
2	Arbres.	Cerisier.
3	Plantes à rhizome.	Sceau-de-Salomon, Anémone, Primevère.
4	Plantes à tubercules.	Pomme de terre.
5	Plantes bulbeuses.	Tulipe, Jacinthe.
6	Plantes volubiles.	Haricot.
7	Plantes grimpantes.	Pois, Lierre
8	Plantes des endroits secs.	Joubarbe, Genêt à balais.
9	Plantes semi-parasites.	Gui.
10	Plantes parasites.	Cuscute, Orobanche.
11	Propagation.	Tulipe, Ficaire, Fraisier, Pomme de terre.
	Reproduction :	
12	Pollinisation par les insectes.	Tulipe, Orchis, Linaire, Lamier, Bluet.
13	Pollinisation par le vent.	Seigle, Ortie, Noisetier.
14	Pollinisation croisée.	Œillet, Primevère.
15	Dissémination des semences.	Genêt à balais, Primevère, Gui, Lierre.

de connaître au préalable l'organisation. Avant d'expliquer la pollinisation de l'Orchis, par exemple, le professeur rappellera la constitution de la fleur de cette plante ; quand il parlera de la végétation de l'Anémone, il résumera d'abord ce qui a été appris antérieurement du rhizome, des feuilles et de la fleur de cette espèce.

Cette répétition des matières enseignées l'année précédente constitue, avons-nous dit déjà, une salutaire réaction contre l'habitude prise, et trop souvent tolérée, d'oublier au fur et à mesure qu'on avance.

Pour qu'une étude éthologique soit complète, elle doit envisager la germination, la végétation, la floraison, la fructification et la propagation. Une même plante est rarement intéressante à tous ces points de vue : il y a évidemment avantage à ne pas s'occuper, à plusieurs reprises, des fonctions banales.

On portera son attention, plus qu'on ne le fait généralement, sur la germination et les adaptations particulières que présentent souvent les jeunes plantes issues de graine. On trouvera, dans les pages qui vont suivre, des renseignements suffisamment complets sur les cas suivants :

Germination de Monocotylées à cotylédon aérien : Poireau.
— de Monocotylées à cotylédon souterrain : Seigle.
— de Dicotylées à cotylédons aériens : Lierre, Haricot.
— de Dicotylées à cotylédons souterrains : Pois.
— d'arbres : Cerisier.
— de plantes annuelles : Coquelicot.
— de plantes à rhizome : Ortie, Sceau-de-Salomon, Anémone, Primevère.
— de plantes parasites : Cuscute, Orobanche.

Les plantules de ces espèces ont été choisies comme types morphologiques et physiologiques. On les comparera au point de vue de la forme, de la situation et des fonctions des cotylédons ; au point de vue de la forme et de la disposition des premières feuilles ; du mode de croissance de la tige principale, du développement de la racine principale et des autres racines.

TRAITÉ DE BOTANIQUE

CHAPITRE I

ORGANOGRAPHIE

Pour les personnes qui n'ont pas étudié la Botanique, ou qui l'ont mal comprise, la nomenclature des organes végétaux se réduit à peu près à ceci : Tout ce qui est sous terre fait partie de la racine ; tout ce qui est aérien et allongé appartient à la tige ; tout ce qui est plat et vert est une feuille ; tout ce qui est renflé est un tubercule ou un bulbe ; tout ce qui est dur et pointu est une épine ; tout ce qui est fin et enroulé est une vrille ; tout ce qui est vivement coloré est une corolle ; etc....

Ces conceptions simplistes furent celles des anciens botanistes, pour qui l'aspect extérieur seul décidait des noms à donner aux diverses parties de chaque plante. Linné lui-même, en précisant le sens des termes usités dans la description des espèces, fit preuve d'un empirisme qui nous surprend aujourd'hui. Gœthe, au contraire, le plus célèbre des poètes allemands et en même temps naturaliste perspicace, affirma que l'apparence n'a pas d'importance, attendu que les organes végétaux subissent souvent des transformations profondes. En comparant les appendices étagés le long d'une même tige, il les vit se diversifier, se compliquer ou se simplifier graduellement ; il admit leur identité originelle, identité masquée par des *métamorphoses*.

Quand on parle de la métamorphose des insectes, des grenouilles, etc.... on veut désigner un changement de forme et d'organisation, qui se produit à un moment déterminé de la vie de ces animaux : tout le monde peut voir une chenille se métamorphoser en papillon. Quand on applique le terme métamorphose aux organes d'une plante, il ne faut pas perdre de vue que le changement de forme et d'organisation se produit de très bonne heure, pendant la période de formation de ces organes, de sorte que l'état primitif ne s'observe généralement pas. En disant que la fleur est une tige feuillée métamorphosée, on ne prétend pas que la fleur se présente d'abord à l'état de tige plus ou moins longue avec des feuilles vertes, et qu'elle change ensuite complètement d'aspect. On affirme seulement que l'état jeune d'une fleur est le même

que l'état jeune d'une tige feuillée ; que les sépales, les pétales, les étamines et les carpelles prennent naissance, sur le pédoncule, de la même manière que les feuilles sur la tige ; que les organes floraux conservent, dans leur structure, certains traits communs avec les feuilles. En un mot, tous ces organes sont équivalents au point de vue de leur organisation générale, mais non au point de vue de leurs fonctions, qui sont en réalité très différentes. Cotylédons, feuilles, bractées, sépales, pétales, étamines, carpelles, etc.... sont de même *valeur morphologique*, mais de *valeur physiologique* différente.

« La métamorphose, dit J. Sachs, dans son Traité de Botanique, est le développement différent des membres de même nom morphologique, en vue de leur adaptation à des fonctions déterminées ».

La métamorphose dont il s'agit ici fait partie des caractères héréditaires de chaque espèce. Outre cela, on observe parfois des métamorphoses accidentelles, qu'on appelle habituellement des *anomalies* ou *monstruosités*. Par exemple, une rose dont tous les organes sont remplacés par de petites feuilles vertes ; une fleur de Crucifère au centre de laquelle deux feuilles bien distinctes occupent la place du pistil. L'étude de ces cas tératologiques facilite souvent l'explication de l'organisation normale. C'est ainsi que le dernier exemple que nous venons de citer, tend à prouver que la silique est réellement constituée par deux feuilles carpellaires.

La théorie des métamorphoses de Gœthe a été confirmée par les observations répétées des botanistes, particulièrement de ceux qui se sont adonnés à l'étude de l'Anatomie et du mode de développement des organes ; elle constitue aujourd'hui le fondement de toute la Morphologie (1). Cependant nous n'avons pas cru pouvoir employer le terme « métamorphose » d'une façon courante, parce que nous avons remarqué que les débutants le comprennent mal ; nous nous servirons

(1) Dans une récente étude sur les travaux scientifiques de Goethe, M. le Professeur S. Kalischer s'exprime ainsi (*) " La Métamorphose de Goethe est une œuvre scientifique de premier ordre, qui, de beaucoup en avance sur son temps, peut aujourd'hui seulement être appréciée avec exactitude dans ses rapports avec la science actuelle. Elle fut la première hypothèse d'ensemble qui constitua la Botanique en une science méthodique, qui la délivra des tâtonnements auxquels elle était réduite, des comparaisons erronées et autres puérilités de la logique. La période de la Botanique qui commence avec Goethe, comparée à la période linnéenne qui la précède, est à peu près dans le rapport de la chimie avec l'alchimie. „ On a même considéré Goethe comme le créateur de la Morphologie, science nouvelle, non par le sujet, mais par la façon de voir et par la méthode. " La Morphologie est la science de la forme, de la formation et de la transformation des corps organiques; car la forme est quelque chose de mobile, qui devient et qui passe. La science des formes sera la science des transformations. „

Dans tous ses travaux scientifiques, Goethe manifesta la tendance qui consiste à chercher partout des transitions L'un des premiers, il mit en œuvre le grand " principe de continuité. „ Il ne cessait de répéter : " Voir venir les choses est le meilleur moyen de les expliquer. „

(*) Extrait de : Dr Albert Bielschowsky, Goethe, sein Leben, seine Werke. Oskar Beck, éditeur Munich. Traduction par Stéphanie Chandler.

du mot « transformation ». Nous dirons donc que les organes floraux sont des feuilles transformées ; que les tubercules de la Pomme de terre sont des portions de tiges souterraines transformées, etc....

C'est en application de la théorie des métamorphoses, que les botanistes modernes admettent que tous les organes des plantes supérieures peuvent être ramenés à trois types désignés sous le nom de membres : les tiges, les feuilles, les racines.

Pour bien saisir la différence qui existe entre la notion de *membre* et celle d'*organe*, il suffit de rappeler les principales transformations dont est susceptible le membre antérieur des Mammifères. Chez l'homme ce membre sert à la préhension, c'est un bras ; chez le chien il sert à la locomotion, c'est une patte ; chez la chauve-souris il permet le vol, c'est une aile ; chez la baleine il facilite la natation, c'est une nageoire. Ces organes de préhension, de locomotion, d'aviation et de natation sont, à première vue, très différents les uns des autres. En réalité, ils possèdent de nombreux caractères communs ; caractères cachés, il est vrai, sur le vivant, mais bien apparents dans le squelette. On peut dire que l'aile de la chauve-souris n'est qu'une patte transformée par l'élongation de tous les os et l'extension de la peau. C'est un bel exemple de métamorphose, dans le sens que Gœthe donnait à ce mot.

De même, le membre appelé feuille chez les plantes supérieures peut, en se transformant, devenir un organe très différent en apparence de celui qu'on désigne vulgairement sous ce nom. Parmi les organes de nature foliaire, citons les feuilles proprement dites ou feuilles végétatives, organes de nutrition ; les feuilles écailleuses et sèches des bourgeons, organes de protection ; les feuilles écailleuses et charnues des bulbes, organes de dépôt ; les feuilles terminées en vrille, organes de fixation ; les feuilles métamorphosées en étamines ou en carpelles, organes de reproduction, etc....

Inversement une même fonction peut être réalisée par des membres différents. L'absorption se fait généralement par les racines, mais dans quelques espèces, cette fonction est exécutée par des feuilles. La fixation des organes aériens à un support est souvent réalisée par des vrilles : certaines vrilles représentent une partie de la tige (Vigne) ; d'autres sont des portions de feuilles (Pois) ; d'autres encore sont des racines aériennes (Vanillier).

Puisque la fonction d'un même membre est essentiellement variable, nous ne pouvons définir la tige, la feuille, la racine par leurs fonctions ; ces membres doivent être distingués par leurs caractères morphologiques. Des définitions très précises peuvent être données par l'Anatomie, mais on conçoit qu'elles ne sont pas à la portée des débutants. Il faut donc renoncer à les formuler dans ce premier chapitre.

Les organes, au contraire, sont définis par leur fonction, mais cette fonction est susceptible de telles variations et de tant de nuances, que la précision est souvent bien difficile, parfois même tout à fait conventionnelle.

Pour des raisons différentes, nous arrivons donc à cette idée que dans un enseignement élémentaire, il n'est guère possible de donner des définitions exactes et concises, soit des membres (tige, feuille,

racine), soit des organes (rhizome, tubercule, bulbe, etc....). Il vaut mieux porter son attention sur un certain nombre d'exemples bien choisis, qu'on analysera avec soin. On pourra ensuite comparer ces exemples entre eux, sans se laisser entraîner par l'esprit de généralisation.

L'expérience nous a prouvé que les élèves saisissent difficilement la notion des métamorphoses végétales. Un tronc d'arbre et un tubercule de Pomme de terre diffèrent tellement par leur situation, leurs dimensions, leur aspect, leur consistance, leur fonction, leur durée, leur utilité pour nous, qu'il est malaisé de faire saisir les ressemblances qui existent entre ces deux choses, si on ne les explique pas convenablement. Un tronc d'arbre est d'abord une tige grêle, de consistance herbacée, garnie de feuilles et de bourgeons. Il en est de même d'un jeune tubercule, sauf qu'il est souterrain et que ses feuilles sont rudimentaires. La structure microscopique, au début, est pour ainsi dire identique ; mais quels changements se produisent par la suite ! La tige aérienne du jeune arbre s'allonge, perd ses feuilles, se ramifie, s'épaissit, se durcit, se couvre d'une écorce crevassée, etc. Le jeune tubercule s'allonge peu, ne se ramifie pas, se renfle, conserve une consistance charnue ; toute trace de feuilles disparaît, les bourgeons ne se développeront qu'au printemps suivant, etc.

Il faudra donc insister et ne pas perdre les occasions de montrer certains organes qui, par suite d'une transformation incomplète, réalisent un état intermédiaire, une transition, entre deux états généralement bien distincts. La Pivoine (voir p. 178) nous a offert un bel exemple du passage des feuilles végétatives aux bractées, et de celles-ci aux organes floraux.

Une autre difficulté provient de ce que l'homme de science et le public ne jugent pas de la même manière. Dans les Renonculacées, le botaniste appellera souvent calice ce que les autres personnes nommeront corolle ; dans la fraise, il considérera comme étant un réceptacle floral hypertrophié ce que tout le monde regarde comme étant le fruit lui-même. C'est que le botaniste trouve des ressemblances là où les autres ne voient que des différences. Nous dirons volontiers que, en Botanique, les ressemblances les plus importantes sont ordinairement cachées, tandis que les différences qui sautent aux yeux sont souvent sans importance réelle ! De là des malentendus qu'il faut tâcher de dissiper.

Dans la plupart des ouvrages classiques, il y a un chapitre intitulé « La Racine », un autre « La Tige », un troisième « La Feuille ». Dans chacun de ces chapitres, on expose d'abord les caractères extérieurs, puis la structure et les fonctions du membre considéré ; en d'autres termes, on en donne l'Organographie, l'Anatomie et la Physiologie. Nous avons préféré une autre disposition des matières : nous avons réuni, dans un même chapitre, tout ce qui concerne l'Organographie, dans un autre toute l'Anatomie, dans un autre encore toute la Physiologie. Il convient de dire ici les motifs de cette préférence.

En traitant un seul ordre d'idées à la fois, il est certainement plus facile de comparer tous les membres au point de vue de leurs caractères extérieurs d'abord, au point de vue de leur structure ensuite ;

quant aux fonctions, il est à remarquer que chez les végétaux, elles ne sont pas étroitement localisées. Les racines, en effet, ne sont pas toujours des organes d'absorption ; les tiges n'ont pas pour unique fonction la circulation ; les feuilles n'ont pas le monopole de la transpiration, de la respiration et de l'assimilation du carbone. En réalité, l'absorption ne se fait pas uniquement par les organes souterrains ; la circulation se manifeste dans toute la plante ; la transpiration et l'assimilation du carbone s'opèrent dans tous les organes verts ; la respiration dans toutes les parties vivantes. Les membres (tiges, feuilles, racines) sont bien différenciés au point de vue morphologique, mais beaucoup moins au point de vue physiologique.

Si, dans un cours très élémentaire, on peut dans la même leçon, parler des caractères extérieurs, de la structure, et des fonctions ordinaires des racines ; puis, dans d'autres leçons, s'occuper de la même manière des tiges et des feuilles ; on reconnaîtra que c'est là une concession faite à l'habitude, aux dépens de la logique et de la vérité scientifique.

Dans les pages suivantes consacrées à un exposé méthodique aussi simplifié que possible de l'Organographie, nous allons passer en revue les caractères les plus généraux des membres ; citer leurs principales manières d'être, c'est-à-dire les cas les plus ordinaires ; et enfin leurs transformations les plus importantes, c'est-à-dire les cas plus spéciaux, ceux que Goethe appelait des métamorphoses, ceux qui au point de vue biologique sont considérés comme des adaptations.

Nos paragraphes sont intitulés les tiges, les feuilles, les racines, les inflorescences, les fleurs, les fruits, et non pas la tige, la feuille, etc... afin de réagir contre l'abus des notions abstraites. Il ne faut pas parler de « la fleur » comme si, dans toutes les espèces, les organes floraux réalisaient un seul et même type ; il convient, au contraire, de dire « les fleurs » pour bien marquer qu'il existe un grand nombre de types floraux différents.

Nous avons réduit le nombre des termes techniques au strict nécessaire (1). Nous avons supprimé ceux qui sont manifestement inexacts, ceux qui expriment des caractères que les élèves ne peuvent vérifier, ceux enfin qui n'ont pour nous aucune utilité. A la première catégorie appartiennent les mots acaule, collet, feuilles radicales, etc... ; à la deuxième ceux qui désignent les divers modes de déhiscence des anthères, de placentation, etc... ; dans la troisième catégorie se rangent les nombreux qualificatifs employés par les botanistes descripteurs pour caractériser la forme des feuilles, leur insertion, leur surface, leurs découpures, etc... qualificatifs dont l'application présente, dans la pratique, tant de difficultés.

---

(1) Certains Traités de Botanique destinés à l'Enseignement moyen contiennent près de 500 termes organographiques (sans compter les noms des plantes citées comme exemples). Nous n'avons adopté qu'une centaine de ces noms, et nous jugeons qu'ils suffisent.

Dans un enseignement élémentaire, bien des choses peuvent s'exprimer par une périphrase beaucoup plus clairement que par un mot tiré du grec ou du latin. Ce vocable, d'ailleurs, l'élève l'oubliera ou s'il le retient, il en ignorera la signification, parce que son effort a porté sur le mot, et non sur l'idée elle-même. Nous avons évité de dire que l'inflorescence de la Consoude est une « cyme unipare scorpioïde » parce qu'il nous eut fallu expliquer ces trois mots. Duchartre, dans son Traité de Botanique, consacre deux pages à cette explication. Nous nous sommes bornés à dire : « Inflorescence enroulée en crosse dans le jeune âge et se déroulant à mesure de l'épanouissement successif des fleurs ». Cela, l'élève le verra, le comprendra, et le retiendra sans effort inutile. Il remarquera, aisément, que ce caractère se retrouve chez les autres Boraginées et pas ailleurs. Que faut il de plus ? Si nous avions cherché à faire connaître le mode d'insertion des axes florifères de la Consoude, nous n'aurions pas réussi à nous faire comprendre, parce qu'il s'agit de choses qui forcément échappent à l'observation des débutants.

Certes, les termes techniques sont précieux pour les savants, qui ont à désigner les objets dont ils s'occupent journellement, mais beaucoup de ces termes sont sans utilité pour ceux qui n'ont pas à s'en servir fréquemment.

On trouvera, dans la table méthodique des matières insérée à la fin de ce volume, un relevé *complet* des termes organographiques employés dans notre livre. Il y aura, pensons-nous, avantage à s'y conformer et surtout à ne pas chercher à introduire d'autres expressions.

Par contre, le professeur doit exiger des élèves l'emploi du terme propre : pétiole et non tige de Rhubarbe ; rhizome et non racine de Rhubarbe comme les pharmaciens s'obstinent à dire. Foliole n'est pas un diminutif de feuille, mais l'un des limbes d'une feuille composée : certaines plantes ont de petites feuilles (Buis), d'autres peuvent avoir de très grandes folioles (Marronnier d'Inde).

La terminologie scientifique se modifie lentement avec le temps. On ne peut l'éviter, bien que cela ne soit guère désirable. Quant à nous, nous n'hésitons pas à admettre les changements nécessités par le progrès des idées, mais nous ne voyons aucun avantage à admettre des changements de pure forme. Nous continuons à dire Cotylédon, Crucifères, Graminées, etc... bien qu'on ait proposé Cotyle, Cruciféracées, Graminacées, etc... Adopter ces mots nouveaux, c'est laisser croire qu'il n'y a rien de mieux à faire en Botanique !

Un dernier point reste à examiner. Est-il utile de renseigner les étymologies ? Il nous semble qu'on pourrait répondre : « oui quelque fois, non le plus souvent ! » Beaucoup de mots scientifiques, en effet, ont aujourd'hui une signification qui n'est plus en harmonie avec leur étymologie (1) ; d'autres ont une origine qu'il est tout au moins fasti-

(1) Physiologie qui désigne l'étude des fonctions vitales vient, dit-on, de φυσις nature et λογος discours. D'après son étymologie, le mot Physiologie devrait donc s'appliquer à tout ce qui concerne l'étude des choses naturelles et comprendre la Cosmographie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie, la Botanique, la Zoologie, l'Anthropologie, etc. .

dieux de rappeler (1) ; enfin les racines grecques ont peu d'utilité pour celui qui n'a pas appris le grec. Nous laisserons donc aux professeurs le soin de décider dans quelle mesure il y a lieu de recourir aux étymologies, en tenant compte des connaissances que possèdent leurs auditeurs.

§ 1. Les Tiges

Dans la plupart des Traités de Botanique, l'Organographie débute par l'étude de la Racine. Les anciens avaient pour cela un motif que nous n'avons plus : ils considéraient la racine comme le fondement, le centre organique de la plante tout entière. « La racine produit l'herbe » disait Linné, parce qu'il confondait les rhizomes, les tubercules et les bulbes avec les racines ! Pour les modernes, le mot racine a un sens plus restreint, et dès lors, il n'est plus vrai de dire que la racine produit les autres parties de la plante. Bien au contraire, c'est la tige qui, normalement, engendre une ou plusieurs racines. Si une pousse feuillée peut parfois naître sur une racine, cela provient de ce qu'un bourgeon adventif a apparu sur cette racine, comme il peut s'en former aux dépens de tout tissu vivant, dans certaines conditions particulières. (Nous avons cité, p. 261, un exemple de la formation de bourgeons adventifs sur les feuilles de la Cardamine). Il semble donc logique, aujourd'hui, de commencer par la tige, le membre générateur de tous les autres, et non par la racine comme on le fait par habitude.

Au temps où l'on définissait la racine l'axe descendant et la tige l'axe ascendant, on admettait qu'il devait exister un point neutre entre ces deux directions opposées. Le terme *collet* désignait le plan de séparation de la racine et de la tige. Cette définition peut, à la rigueur, s'appliquer aux plantes provenant de semis qui ont conservé leur racine principale, dans le prolongement de la tige principale (plantes annuelles et bisannuelles). Les plantes vivaces, au contraire, n'ont plus de collet quand elles sont adultes, parce que leur racine principale a disparu depuis longtemps avec la base, tout au moins, de la tige principale. Il y a plus, les plantes provenant de bouture n'ont jamais eu de collet : toutes leurs racines, en effet, sont sorties latéralement de la partie inférieure de leur tige ; aucune racine n'a pu se former dans le prolongement direct de cette tige. Pour voir le collet d'un Géranium, d'une Pomme de terre, d'une Tulipe, il faudrait semer des graines de ces plantes, ce qu'on ne fait généralement pas.

---

(1) Pistil de *pistillum*, pilon (ce n'est cependant pas la forme de tous les pistils ! — Anthère de ανθερος, fleuri (tous les organes d'une fleur mériteraient ce nom !) — Turritis de *turris*, tour (la grappe de cette plante a la forme d'une tour, mais c'est le cas de beaucoup de Crucifères qui ne s'appellent pas Turritis !) — Tulipe de *Thoulyban* nom persan de cette Liliacée. (Au point de vue de l'Enseignement cela nous parait bien indifférent !)

D'autre part, les anatomistes qui ont voulu étudier le collet, dans des plantules obtenues de semis, ont reconnu que la jonction de la tige et de la racine ne se fait pas dans un plan : il y a une région, plus ou moins étendue, dans laquelle les tissus de la racine sont en contact avec ceux de la tige. Cette région correspond, généralement, à l'entrenœud situé sous le ou les cotylédons, et qui a été nommé pour cette raison *hypocotyle*.

De tout cela, il résulte qu'un collet, tel que les anciens se le représentaient, n'existe pas ; que ce terme est inutile, puisque dans la majorité des cas, la plante adulte n'a plus ou n'a jamais eu de collet. Les ouvrages modernes ne font plus guère mention de ce terme : ne croyons pas que ce soit par oubli, et surtout n'allons pas rechercher ce vieux mot, sous prétexte d'être plus complet, ou plus logique !

Les jardiniers désignent par collet le niveau où la plante rencontre la surface du sol. Ceci est tout autre chose. Dans cette acception, le mot collet ne désigne aucune région définissable, puisqu'il y a alors une partie de la tige en-dessous, et une autre partie de la même tige au-dessus du sol (Tulipe, Anémone, Géranium, Pomme de terre, etc....) ; on peut d'ailleurs faire varier arbitrairement ce niveau en enterrant plus ou moins la plante.

Lorsqu'on étudie l'Anatomie d'une tige dans toute son étendue, on constate que sa base, sa partie moyenne, son sommet n'ont pas la même structure à l'état adulte. De même, chaque rameau possède une région inférieure, une région moyenne, et une région supérieure anatomiquement différentes, qui correspondent aux régions homologues de la tige-mère. Chaque rameau est donc une entité qui répète la tige principale. La chose est évidente pour chaque feuille ; elle est vraie aussi pour chaque racine.

A proprement parler, une tige ne se ramifie donc pas : elle produit d'autres tiges, qu'on désigne sous le nom de branches ou de rameaux. Il en est de même d'une racine, qui porte d'autres racines plus particulièrement désignées sous le nom de radicelles, quand elles sont grêles. Une plante quelconque se compose, presque toujours, de plusieurs tiges et de plusieurs racines, comme aussi de plusieurs feuilles, fleurs et fruits.

Il convient d'insister sur les *bourgeons* plus qu'on ne le fait généralement. Contrairement à l'opinion des anciens, toutes les plantes supérieures possèdent des bourgeons. Chaque tige et chaque rameau se terminent par un bourgeon (le bourgeon terminal), qui assure leur allongement ; outre cela, il y a un bourgeon dans l'aisselle de chaque feuille (bourgeon qu'on dit axillaire et qui serait mieux nommé aissellier).

Les bourgeons des arbres sont bien apparents, mais ceux des plantes herbacées sont souvent méconnus, parce qu'ils ne sont pas couverts d'écailles ou parce qu'ils sont insérés sur des tiges souterraines. Certains bourgeons se développent immédiatement, tandis que d'autres restent un certain temps à l'état de vie latente ; d'autres encore s'atrophient complètement et semblent faire défaut.

De la position des bourgeons, de leur accroissement, de leurs transformations, résulte toute l'architecture de la plante. Le bourgeon est l'état jeune d'une tige feuillée, de ce qu'on appelle parfois une pousse : c'est une unité morphologique importante.

Outre les bourgeons normaux, dont nous venons de parler, on peut, dans certaines espèces de plantes et dans certaines conditions spéciales, constater la formation de bourgeons adventifs. Ceux-ci peuvent prendre naissance soit sur un entrenœud de tige, soit sur une feuille, soit sur une racine. C'est néanmoins un phénomène rare et plus ou moins accidentel.

Nous ne demandons pas qu'on fasse une longue leçon théorique sur les bourgeons, mais qu'on ne manque pas, au cours des exercices analytiques, d'attirer l'attention des élèves sur la constitution des bourgeons du Cerisier, de l'Anémone, de la Tulipe, de la Pivoine, de la Pomme de terre ou d'autres plantes analogues. On les observera au moment où ils s'ouvrent, on montrera la série des appendices dont ils se composent : écailles protectrices de plus en plus grandes ; stipules, pétiole et limbe des feuilles végétatives qui commencent à se déployer.

§ 2. Les feuilles

Les feuilles sont susceptibles de métamorphoses nombreuses et d'adaptations très diverses. Les cotylédons, les écailles d'un bourgeon ou d'un bulbe, certaines vrilles, certains organes piquants, les bractées, les pièces d'un involucre ou d'un calicule, les sépales, les pétales, les étamines, les carpelles, sont des feuilles transformées. Leur mode de formation, leur insertion, leur symétrie, leur composition anatomique, en un mot tous leurs caractères morphologiques sont concordants. Par contre leurs fonctions sont extraordinairement diversifiées.

Les botanistes descripteurs ont inventé, jadis, une foule de termes pour désigner la forme des feuilles, leurs modes de nervation, leurs découpures, l'état de leur surface, etc... Malgré son exubérance, cette nomenclature est impuissante à caractériser toutes les manières d'être des feuilles. De plus, elle exprime mal les idées modernes. Nous ne conserverons donc que les termes indispensables à nos études sur les organes foliaires, organes qu'il est si facile d'observer et de comparer,

Ce qui est vert n'attire pas l'attention du public. Combien de personnes sont-elles capables de reconnaître les arbres à leur feuillage ? On peut cependant baser la connaissance de ces végétaux sur les particularités que présentent leurs feuilles. Nous avons rédigé un tableau qui permet la détermination des arbres de nos jardins et de nos bois, au moyen de leurs feuilles seulement. L'emploi de ce tableau constituera, croyons-nous, un excellent exercice d'observation.

§ 3. Les racines

On parle souvent de la racine comme si chaque plante en avait une seule. En réalité, les plantes produisent successivement plusieurs racines, comme elles produisent successivement plusieurs feuilles. La racine qui se trouve dans le prolongement de la tige principale, est désignée sous le nom de racine principale ; c'est elle qui se montre la première au moment de la germination d'une graine. Les racines qui prennent naissance sur les côtés de la tige, tout le long d'un rhizome, a la base d'un bulbe, etc... ont quelquefois été nommées racines latérales ou racines adventives. J. Sachs a fait remarquer, avec beaucoup de justesse, qu'il est inutile de les qualifier d'une façon spéciale, attendu que ces racines là sont si fréquentes, qu'on les rencontre neuf fois sur dix : ce sont les racines ordinaires. On réservera donc le nom de racines adventives pour désigner celles dont l'apparition est accidentelle, ou provoquée par un procédé de culture tel que le bouturage.

Presque toutes les racines peuvent produire d'autres racines, qui demeurent généralement grêles et qu'on nomme radicelles.

Dans beaucoup d'espèces de plantes, les racines et les radicelles se renouvellent tous les ans, la tige restant vivante sous la forme d'un tubercule ou d'un bulbe.

On a poussé la manie du singulier jusqu'à écrire « racine fasciculée » au lieu de « racines fasciculées », comme si un seul feuillet pouvait constituer un fascicule, comme si on pouvait faire un faisceau avec un seul fusil !

On cherche parfois à démontrer l'importance de l'enseignement de la Physiologie végétale, en insistant sur la distinction qu'il faut faire, au point de vue cultural, entre les racines pivotantes et les racines fasciculées. On s'y prend bien mal. Deux espèces à racine pivotante ne peuvent, dit-on, être cultivées simultanément, ni même successivement, dans le même terrain ; il en est de même de deux espèces à racines fasciculées. Mais une espèce à racines fasciculées peut être associée à une espèce dont la racine est pivotante, ou bien lui succéder immédiatement. En parlant ainsi, on admet implicitement que la racine pivotante s'enfonce profondément en terre, tandis que les racines fasciculées restent près de la surface. Or ceci est loin d'être exact : il y a des racines pivotantes courtes, comme il y a des racines fasciculées très longues. Il serait d'ailleurs plus simple et plus clair de parler de racines profondes et de racines superficielles, mais pour certaines personnes, cela n'aurait plus aucune valeur scientifique ! Il leur faut des mots choisis en dehors du langage ordinaire, même lorsque le besoin ne s'en fait nullement sentir, et à ces mots on donne un sens qu'ils n'ont pas ! C'est une erreur qu'il faut combattre en en montrant le ridicule.

Au surplus, il ne faut pas exagérer l'importance de la longueur des racines au point de vue des cultures. Dans la pratique maraîchère surtout, le choix des espèces à cultiver dans un même terrain est déter-

miné, avant tout, par les exigences du marché. Au moyen d'engrais, on peut nourrir concurremment toutes les plantes de façon qu'elles ne se nuisent pas.

On aurait tort aussi de croire que toutes les racines sont pivotantes ou fasciculées. Pour s'en convaincre, il suffit d'examiner les organes souterrains du Sceau-de-Salomon, de l'Ortie, de l'Anémone des bois ou de beaucoup d'autres plantes vivaces. On y verra des racines insérées çà et là tout le long de la partie souterraine de la tige ; elles ne sont ni pivotantes ni fasciculées : on peut dire qu'elles sont dispersées. Dans les forêts chaudes et humides des contrées équatoriales, les racines de beaucoup de Monocotylées sont échelonnées tout le long des tiges aériennes ; ces racines restent aériennes, ou bien elles s'allongent suffisamment pour pénétrer en terre.

§ 4. Les inflorescences

Théoriquement, il est assez facile de décrire les divers modes d'inflorescences ; dans la pratique il est ordinairement très difficile de les distinguer. Cela provient de ce qu'il est généralement malaisé de reconnaître l'ordre d'insertion des axes florifères, surtout lorsque les fleurs sont nombreuses, les axes courts et rapprochés.

Nous ne parlerons donc pas des inflorescences indéfinies, des inflorescences définies, des cymes, etc... (voir p. 310). Il est, en effet, conforme à une saine méthodologie de s'en tenir à un petit nombre de cas, ceux qu'on peut faire comprendre dans la nature : grappe, épi, ombelle, capitule. En présence d'une plante quelconque, le professeur doit bien se garder de demander : quelle est son inflorescence ? Il doit, au préalable, se rendre compte de la possibilité d'une réponse ; il fera bien de ne pas trop s'écarter des plantes dont l'inflorescence a été mentionnée dans les analyses organographiques : Tulipe, Jacinthe, Orchis, Seigle, Noisetier, Saule, Stellaire, Giroflée, Lierre, Carotte, Poirier, Primevère, Muflier, Consoude, Sureau, Grande Marguerite, Bluet, Pissenlit.

§ 5. Les fleurs

Interrogez des grandes personnes qui ont « appris » la Botanique dans leur jeunesse ; toutes vous diront que la fleur se compose de quatre verticilles : un calice, une corolle, des étamines, un pistil. Après cette énumération catégorique, vous n'obtiendrez plus la moindre indication sur les diverses sortes de fleurs, parce qu'il est admis qu'elles appartiennent toutes à un même type, et qu'elles ne diffèrent que par la forme et la couleur de la corolle, un peu aussi par les autres organes !

Voilà le résultat d'un enseignement qui consiste, d'une part, dans une généralisation à outrance donnant des idées fausses qui restent, et, d'autre part, dans une abondance excessive de noms et de qualifi-

catifs qui sont bientôt oubliés. On a vraiment abusé des étamines monadelphes, diadelphes, polyadelphes ; des anthères introrses et extrorses ; des placentations axile, centrale, pariétale ; des ovules orthotropes, campylotropes, anatropes, etc...

Non, la fleur ne se compose pas toujours de quatre verticilles : il est même bien rare qu'il en soit ainsi. On ne peut donc tracer au tableau quatre cercles concentriques, pour représenter le schéma de « la fleur ». D'ailleurs, on sait maintenant que la disposition fondamentale est la disposition spiralée, qui s'observe encore dans les fleurs composées d'organes nombreux. Un reste de cette disposition primitive subsiste souvent dans les fleurs qui sont dites verticillées, puisque chaque verticille est ordinairement un cycle, c'est-à-dire une portion de spirale.

A. LE PÉRIANTHE

L'Organographie comparée, l'Anatomie, et la Paléontologie démontrent que la fleur primitive se composait d'un grand nombre d'organes disposés en spirale (ou plus exactement en hélice), le long d'un réceptacle floral allongé. Dans la nature actuelle, c'est la fleur du Magnolia qui se rapproche le plus de ce type primordial. Le nombre des organes floraux s'étant considérablement réduit, la spirale s'est découpée en plusieurs portions, qui simulent des cercles concentriques et qu'on désigne habituellement sous le nom de verticilles.

En ce qui concerne les enveloppes florales, divers cas sont à considérer : dans le Calycanthus, les Cactées, etc...., le périanthe se compose de pièces nombreuses, de plus en plus grandes et de plus en plus colorées, de sorte qu'il n'est pas possible de distinguer un calice et une corolle. Ces pièces sont d'ailleurs disposées suivant une seule spirale.

Lorsqu'au contraire les pièces du périanthe sont peu nombreuses, elles peuvent présenter toutes les mêmes caractères (Tulipe et la plupart des Monocotylées) ; ou bien elles peuvent se différencier en sépales et en pétales (la plupart des Dicotylées). La présence d'un calice et d'une corolle frappe vivement l'attention des débutants. Ce n'est cependant qu'un cas particulier.

Il ne faut pas perdre de vue, non plus, que dans une famille dans laquelle le calice et la corolle sont d'ordinaire nettement reconnaissables (Renonculacées par exemple), certaines espèces n'ont plus de corolle : le calice alors prend l'apparence d'une corolle (Anémone, Populage, Clématite). Ailleurs, le calice est à peine perceptible, et la corolle seule existe réellement (Ombellifères). Chose très importante à noter, enfin, il y a des corolles formées de plusieurs verticilles bien distincts et concentriques.

Tout ce qui précède tend à démontrer que les mots calice et corolle ne doivent pas entrer dans la définition de la fleur, pas plus que l'affirmation de l'existence de quatre verticilles.

Nous devons admettre un terme plus général pour désigner l'ensemble des pièces constituant l'enveloppe florale, quels que soient le nombre, la disposition et la couleur de ces pièces : ce terme est celui de *périanthe* dont l'usage se généralise de plus en plus.

Quant au terme *verticille*, certaines personnes l'emploient abusivement pour désigner l'ensemble des organes de même nom : tous les sépales par exemple, ou bien tous les pétales, ou encore toutes les étamines, ou tous les carpelles. Tel n'est pas le sens exact du mot verticille, qui désigne en réalité une sorte de cercle, ou plutôt une portion de spirale. Les organes d'un même verticille sont généralement disposés comme le montre la fig. 62 (voir p. 34). Cette disposition est aussi celle que réalisent le plus souvent les feuilles alternes d'un rameau. Pour le faire retenir des élèves, le professeur pourra proposer une énigme que les anciens se plaisaient à énoncer en latin, mais que nous traduirons comme suit : « Nous sommes cinq frères : deux sont barbus, deux sont glabres ; moi, je n'ai de barbe que d'un seul côté ! » Les cinq frères, dont il s'agit, sont les cinq sépales d'un bouton de Rose : les bords de ces sépales sont barbus quand ils sont situés à l'extérieur, tandis qu'ils ne le sont pas quand ils sont recouverts. C'est le troisième sépale qui est supposé parler de ses deux ainés et de ses deux cadets (voir p. 70, fig. 180 et 181).

La disposition si précise que nous venons de rappeler semble être primitive : on la retrouve dans une foule de cas. Il y a cependant des calices et des corolles dont les pièces, au cours de leur développement, se sont déplacées les unes par rapport aux autres : elles affectent alors, dans le bouton, diverses positions qui ont reçu des dénominations, mais nous nous abstiendrons de les mentionner ici.

Rappelons aussi que chez les Crassulacées, les verticilles floraux sont des cercles parfaits (voir p. 62, fig. 159) ; c'est une disposition exceptionnelle.

B. L'ANDROCÉE

Les étamines fournissent des caractères commodes pour la distinction de certaines familles. La question de l'insertion de ces organes présente cependant des difficultés résultant d'une nomenclature défectueuse.

On sait que les étamines peuvent être *libres*, c'est-à-dire indépendantes les unes des autres et en même temps indépendantes des autres parties de la fleur ; elles peuvent, au contraire, être unies entre elles, ou bien unies aux organes voisins. Pour distinguer convenablement ces deux derniers cas, nous dirons que les étamines sont *soudées* entre elles, ou qu'elles sont *adhérentes* à telle ou telle partie de la fleur.

Les adhérences modifient apparemment l'insertion des étamines. On a distingué trois cas : étamines hypogynes, étamines périgynes, étamines épigynes, mais on n'a jamais pu les définir rigoureusement. Ce qui le prouve bien, c'est que les étamines du Poirier, du Fuchsia, etc... ont été considérées comme périgynes par certains auteurs et comme épigynes par d'autres. Pour faire disparaître cette indécision, quelques botanistes ont supprimé purement et simplement le terme épigyne. Mais d'autres difficultés subsistent : les étamines du Fraisier ne sont-elles pas en-dessous du pistil et celles du Cerisier au dessus, et cependant dans les deux cas elles sont dites périgynes !

Il nous paraît inutile d'expliquer ici les causes de toutes ces confusions ; il nous suffira de suivre l'exemple donné dans quelques ouvrages récents, en renonçant complètement à l'emploi des termes litigieux. Nous les avons remplacés par l'indication pure et simple des adhérences : étamines adhérentes au périanthe, au calice ou à la corolle.

Sans doute, il est commode de dire que les Renonculacées ont des étamines hypogynes, tandis que les Rosacées ont des étamines périgynes. Ces termes concis suffisent à des botanistes expérimentés, mais ils ne sont pas assez expressifs pour les débutants. Nous dirons donc que dans la première de ces deux familles, les étamines sont insérées directement sur le réceptacle ; elles tombent si tôt que la floraison est terminée. Dans la seconde, les étamines sont adhérentes au calice ; elles se dessèchent sur place sans tomber.

C. LE PISTIL

Les étamines sont assez rarement soudées toutes ensemble, comme on le voit chez les Malvacées et certaines Papilionacées. La soudure des carpelles est plus fréquente. C'est probablement pour cela que l'usage s'est établi de dire : *les* étamines et *le* pistil. Il ne faudrait pas, cependant, laisser supposer que le pistil est toujours un organe simple. Il est rarement constitué par un seul carpelle. La soudure des carpelles se manifeste à plusieurs degrés ; quand elle est très intime, le nombre des unités constitutives devient difficile à préciser sans le secours de l'Anatomie. Toutefois, le nombre des stigmates est presque toujours un indice, reconnaissable extérieurement, du nombre des carpelles entrant dans la constitution d'un pistil.

L'insertion des carpelles est presque aussi difficile à préciser que celle des étamines. Les expressions *ovaire supère* et *ovaire infère* ne suffisent pas pour caractériser toutes les dispositions qui peuvent se présenter. Remarquons d'abord que c'est par abus de langage qu'on parle de l'ovaire chez les Renonculacées, les Rosacées, etc.... attendu que ces plantes ont *plusieurs* ovaires dans chacune de leurs fleurs. De plus, les termes supère et infère ne sont pas destinés, comme on le pense généralement, à indiquer une situation au-dessus ou en-dessous des autres parties de la fleur. L'ovaire du Cerisier est situé plus bas que les étamines et les pétales ; il en est de même des ovaires du Rosier et cependant les auteurs s'accordent à ranger ces deux plantes parmi celles qui, dit-on, possèdent un ovaire supère. — Malgré leur peu d'exactitude, il n'est guère possible d'abandonner les expressions « ovaire supère » et « ovaire infère » : on se trouvera bien, cependant, d'employer souvent une périphrase exprimant mieux ce qu'on veut dire dans certains cas particuliers (voir le texte destiné aux élèves).

Nous ne mentionnerons pas les divers modes de placentation, parce que l'expérience nous a appris que les élèves ne les reconnaissent pas dans la nature. Ce sont d'ailleurs des caractères d'importance secondaire.

§ 6. Les fruits

L'étude des fruits est très importante et très intéressante. Malheureusement, les anciens botanistes qui s'en sont occupés ont créé une nomenclature empirique, qui ne nous satisfait plus aujourd'hui. Dès lors, on comprendra que la classification des fruits, telle qu'elle est exposée dans certains livres, a perdu beaucoup de sa valeur. Ici, comme pour les inflorescences, nous devons renoncer à vouloir dénommer tous les fruits qui peuvent nous tomber sous la main : nous devons faire un choix et nous borner aux plus caractéristiques.

§ 7. Les graines

Aristote savait que dans une graine il y a deux parties distinctes : l'une qui, en se développant, devient une plante, l'autre qui sert de nourriture à la première. Aujourd'hui, beaucoup de personnes « qui ont appris » la Botanique ne le savent pas. Pourquoi ? Parce qu'à l'école on a voulu leur faire retenir qu'une graine se compose d'un *épisperme* et *d'une amande* ; que l'épisperme comprend un *testa* et un *tegmen* ; que dans l'amande, il y a un *endosperme* ou un *albumen*, et un *embryon* ; que ce dernier est formé d'un ou de deux *cotylédons*, avec une *radicule*, une *tigelle* et une *gemmule*. Après cela, peut on s'étonner qu'on se fasse généralement une idée assez vague de la graine ? — Voilà bien un exemple de l'abus des termes techniques dont nous avons parlé à la page 10. (1)

Pour rendre plus commode l'étude des graines, on les laissera séjourner dans l'eau, pendant quelques heures ; on pourra même attendre le début de la germination, parce que les diverses parties seront alors plus aisément séparées les unes des autres.

Les termes tigelle, radicule et gemmule ont été volontairement délaissés, parce qu'ils sont inutiles et d'une exactitude qui laisse à désirer. Ce qu'on appelle tigelle est généralement l'axe qui porte les cotylédons et qu'on nomme aujourd'hui hypocotyle. Ce qu'on désigne sous le nom de radicule n'est que l'extrémité inférieure de cet axe, extrémité qui donnera naissance bientôt à la racine principale. Quant à la gemmule, c'est l'ensemble de la jeune tige principale et des jeunes feuilles qu'elle porte. Radicule et gemmule ne sont donc pas, à proprement parler, des organes distincts.

(1) Dans une Ecole primaire de l'une de nos grandes villes, l'Instituteur donnait la définition suivante : « Les *cotylédons* sont les lobes séminaux qui protègent la tige dans la graine » Peut-on imaginer plus d'ignorance et de pédantisme ?

CHAPITRE II

BOTANIQUE SYSTÉMATIQUE

Depuis quatre siècles environ, les botanistes ont patiemment analysé une à une un nombre considérable d'espèces. Ce vaste labeur les a conduits à une synthèse qui s'appelle *classification* ou *système naturel* : d'où le nom de Botanique systématique donné à cette partie de la Science des végétaux (1).

C'est en nous servant de cette synthèse, après avoir analysé nous-mêmes quelques types, que nous arriverons le plus rapidement à connaître les quelques centaines de plantes qui nous intéressent le plus. Mais pour cela, il importe de bien comprendre ce qu'est une classification et quelle est la signification des divers termes dont on fait usage. Prenons un exemple.

Les arbres de nos forêts qui produisent des glands ont reçu de nos ancêtres le nom de « chênes » ; ceux qui portent des faînes ont été nommés « hêtres » ; ceux qui donnent des noisettes ont été appelés « noisetiers », etc.... Plus tard, on a trouvé, dans d'autres pays, des arbres producteurs de glands, qui diffèrent de nos chênes par le feuillage, la grosseur du fruit, etc... : dans la région méditerranéenne, ces arbres ont des feuilles persistantes ; en Amérique, ils ont des feuilles très larges et garnies de dents pointues, etc... Néanmoins, on leur a conservé à tous le nom de Chêne, mais on a distingué plusieurs espèces : Chêne d'Occident, C. d'Arménie, C. de Mongolie, C. pubescent, C. à feuilles dentées, C. blanc, C. noir, C. rouge, C. des marais, C. des teinturiers, C. à gros fruits, C. à feuilles de Laurier, C. à feuilles de Saule, etc.... Le terme Chêne désigne un *genre* qui contient aujourd'hui 300 *espèces* environ. — De même, Hêtre est un genre qui renferme une quinzaine d'espèces ; Noisetier, un genre qui en contient 7 seulement.

Plus récemment encore, on a reconnu que tous ces arbres, et d'autres encore, présentent certains caractères communs : tous possèdent, notamment, une enveloppe spéciale qui accompagne le fruit et qu'on a appelée

---

(1) La Botanique systématique fut, à elle seule, pendant longtemps toute la Botanique : il en était encore ainsi du temps de Linné L'Anatomie, la Morphologie générale et la Physiologie n'ont pu se développer qu'à mesure des progrès de la Physique et de la Chimie. Ce sont ces deux Sciences, en effet, qui ont fourni les instruments d'optique, les appareils et les réactifs nécessaires pour découvrir la structure intime des plantes et scruter les phénomènes de leur vie.

Cupule. Tous les végétaux qui présentent ce caractère ont été réunis en un seul groupe, qui est la *famille* des Cupulifères.

Espèces, genres, familles, tels sont les trois échelons principaux de la classification. Comme nous le montrerons bientôt, le terme le plus habituellement employé est le nom du genre. Nous parlons bien plus souvent du Chêne entendu génériquement, que de telle ou telle espèce particulière, bien plus souvent aussi que de la famille des Cupulifères.

Au point de vue de l'enseignement, c'est donc le genre qui doit fixer surtout notre attention, et que nous devons faire connaître. Dans quelques cas, nous devons préciser l'espèce ; dans d'autres, nous pouvons nous contenter d'un nom plus général, celui de la famille.

Il est bon de savoir que les plantes supérieures, celles qui produisent des fleurs et des fruits véritables (autrement dit les Monocotylées et les Dicotylées) comprennent actuellement, en chiffres ronds, 200 familles, 8000 genres et 100.000 espèces linnéennes, c'est à dire de première valeur.

LES GENRES

« Un homme dont les yeux et l'intelligence s'ouvriraient subitement, a dit A. de Candolle, remarquerait dans le règne végétal certains groupes supérieurs que nous appelons genres, avant de discerner les espèces. » Les anciens ne dénommaient guère que les genres : Froment, Seigle, Avoine, Dattier, Chêne, Rosier.... Les noms génériques suffisent également à toutes les personnes qui ne s'adonnent pas spécialement à la Botanique. Les amateurs s'attachent à connaître et à collectionner les espèces. Le cultivateur, l'horticulteur recherchent les meilleures variétés et races. L'Enseignement a donné une part prépondérante aux familles.

Il est à remarquer aussi que les savants ont réussi à délimiter les genres, avant de parvenir à caractériser nettement les espèces et les familles. A Tournefort revient le mérite d'avoir, dès 1700, constitué les genres dans leur forme actuelle ; à Linné celui d'avoir en 1753, précisé les espèces ; à A. L. de Jussieu en 1789 celui d'avoir trouvé les caractères des familles végétales.

Au point de vue pédagogique, l'étude des genres devrait précéder celle des espèces et des familles : tout le monde doit distinguer le Chêne, la Renoncule, le Rosier, mais tout le monde ne peut connaître toutes les espèces de Chênes, de Renoncules, de Rosiers, ni s'élever à la connaissance générale des Cupulifères, des Renonculacées et des Rosacées.

A ce propos, sait on pourquoi les herboristes ne s'inquiètent jamais des plantes cultivées, pourquoi les Flores ne les citent pas ? Parce qu'il est impossible de leur appliquer la nomenclature binominale. Les plantes cultivées à fleurs ornementales, les légumes, etc... ne sont pas des espèces pures : ce sont des *variétés*, c'est-à-dire des modifications plus ou moins importantes d'un type spécifique, bien plus souvent encore ce sont des ***hybrides***, c'est-à-dire les résultats du croisement d'espèces ou de variétés différentes. Ces variétés et ces hybrides sont si nombreux, qu'il est pra-

tiquement impossible de les caractériser, et de les reconnaître d'une façon certaine. Le catalogue d'un grand marchand-grainier énumère 47 sortes de carottes, 116 sortes de laitues, 227 sortes de choux ! Les Chrysanthèmes, les Rosiers, etc., sont si nombreux qu'ils sont l'objet de catalogues spéciaux.

Par contre, il est toujours aisé de reconnaître le genre auquel une plante cultivée appartient : on distinguera toujours une Pivoine, qu'elle soit simple ou double, blanche, rouge ou écarlate, à larges pétales entiers, ou à pétales frangés, etc..... De même pour les Œillets, les Pensées, les Cyclamens, etc.... Voilà un nouvel argument en faveur de l'étude des Genres.

LES FAMILLES

Une étude comparative montre clairement que les familles ne sont pas des unités équivalentes, et qu'elles ne peuvent être traitées toutes de la même manière. Les familles homogènes seront caractérisées en quelques mots ; un seul type suffira pour faire comprendre leur organisation ; on les reconnaîtra aisément sur le terrain (Crucifères, Ombellifères, Composées). Les familles par enchaînement, au contraire, exigeront beaucoup plus d'explications ; plusieurs types devront être examinés ; les représentants de ces familles ne se reconnaîtront pas toujours à première vue (Aroïdées, Renonculacées, Rosacées). Entre ces deux sortes de familles, il y en a d'autres, bien entendu, qui réalisent un état intermédiaire, qui sont plus ou moins homogènes.

S'il en est ainsi, on comprendra qu'au point de vue pédagogique, il serait peu logique d'attribuer la même importance à toutes les familles, comme on le fait dans les livres qui consacrent à chacune d'elles la même étendue de texte. On remarquera, dans notre Traité, que nous n'avons pas craint de diversifier les énoncés. Nous n'avons pas décrit les Renonculacées comme les Crucifères, ni les Aroïdées comme les Liliacées.

Il arrive aussi que certaines plantes très intéressantes appartiennent à des familles qui, dans leur ensemble, n'offrent aucun intérêt pour nous (le Gui, la Capucine, le Lierre). En ce cas, il faut faire connaître le genre, et même l'analyser assez complètement, mais passer complètement sous silence les caractères de la famille. On pourra seulement dire qu'elle est voisine de telle autre bien connue (1).

---

(1) Un professeur à qui nous parlions de la Capucine nous répondit : « Oui, mais c'est une plante qui appartient à une famille qu'il ne faut pas connaître... Alors, je n'en parle pas ! » — Certes il faut bien se garder d'énoncer les caractères généraux de la famille à laquelle la Capucine appartient : on doit même éviter de prononcer son nom, mais on doit faire connaître cette plante si répandue, qui est l'une des plus belles de nos jardins. Ses grandes fleurs offrent un des meilleurs exemples d'une irrégularité florale que l'élève puisse constater par lui-même ; ses feuilles ne sont pas banales ; ses fruits sont constitués de trois carpelles nettement distincts ; ses cotylédons restent souterrains au moment de la germination ; etc...

Exceptionnellement, on s'en tiendra, au contraire, à la famille considérée d'une façon générale, parce qu'il n'y a pas intérêt à distinguer les genres qu'elle contient (Orchidées, Cactées).

Pour bien apprécier tout ceci et savoir ce qu'il convient de faire dans chaque cas, le professeur doit évidemment connaître la Botanique d'une manière assez approfondie. Nous n'hésitons pas à accuser la plupart des traités élémentaires de ne pas faire comprendre la réalité, et de ne pas répondre du tout aux exigences de l'enseignement. C'est que trop souvent ces traités ont été rédigés par des personnes inexpérimentées, qui se sont bornées à compiler des ouvrages écrits pour des botanistes descripteurs et non pour des professeurs.

Dans l'Enseignement, tel qu'il est généralement fait dans les Ecoles primaires et secondaires, l'importance des familles a été exagérée, leur signification a été mal comprise. On énonce des caractères prétendument généraux, comme si toutes les espèces d'une même famille avaient été marquées de certains signes distinctifs, destinés à faire reconnaître immédiatement leur place dans la classification. Sans doute, c'est ainsi que nous aimerions qu'elles fussent, mais ce n'est pas ainsi que les familles existent dans la nature ! (1)

LES CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Par une étude suffisamment approfondie, on peut se convaincre que très souvent les particularités citées comme caractéristiques d'un groupe, ne sont que les traits les plus fréquents de l'organisation des êtres compris dans ce groupe. Ces considérations expliquent pourquoi nous avons renoncé à l'expression « caractères généraux » pour adopter celle-ci : *caractères dominants*.

Une dernière remarque : les plantes d'une même famille se reconnaissent le mieux aux caractères fournis par leurs fleurs et leurs fruits. Les organes végétatifs, au contraire, offrent souvent des différences considérables, parce qu'ils sont adaptés aux climats et aux conditions de vie particulières à chaque espèce. Les représentants d'une même famille n'ont donc pas nécessairement le même port, le même aspect : le Rotang diffère notablement des autres Palmiers ; les Euphorbes dépourvues de feuilles ne ressemblent guère à celles qui en ont ; les Bambous ne font nullement penser aux Graminées de nos prairies, etc...

(1) Il ne faut donc pas laisser croire qu'une Crucifère *doit* avoir 4 pétales, 6 étamines dont 4 plus grandes, et une silique. Il y a des Crucifères dont le fruit n'est pas une silique, ou, si on préfère, dont la silique est tellement modifiée qu'elle est devenue un véritable akène. De même, il y a des Papilionacées sans gousse, des Ombellifères sans ombelle, des Caryophyllées sans pétales, des Solanées à 5 carpelles au lieu de 2, etc...

LES NOMS DES PLANTES

Dans l'antiquité, les plantes alimentaires, médicinales, ornementales, ou utiles à divers points de vue, étaient seules désignées par des noms particuliers. Ces noms passant d'un idiome dans un autre, sont devenus les noms vulgaires usités dans les langues modernes. C'est seulement dans les temps beaucoup plus rapprochés de nous, que les plantes sans utilité furent successivement décrites et dénommées en latin par les savants. Il y a, évidemment, avantage à employer ces noms scientifiques quand ils n'ont pas d'équivalents français consacrés par l'usage. Outre leur précision, ils ont le privilège d'être compris dans tous les pays.

S'il n'est pas utile de traduire les mots Yucca, Bromelia, Richardia, il est bien moins nécessaire encore de remplacer l'expression « Reine-Marguerite » que tout le monde connaît, par le néologisme Calistèphe, sous prétexte que la plante sauvage qui a donné naissance à notre Reine-Marguerite est le Calystephus sinensis.

Certains noms génériques latins, tels que Iris, Camélia, Réséda, Hortensia sont si bien admis dans le langage courant, qu'il serait tout à fait puéril de vouloir les remplacer par Iride, Camellie, Résède, Hortensie, comme on l'a proposé récemment (1).

Quelques personnes se plaisent à recueillir les noms usités par les gens du peuple, dans certaines localités. Cette enquête, utile sans doute au point de vue linguistique, est sans intérêt au point de vue botanique. Vraiment, on se demande quelle utilité il y a de renseigner, dans une Flore, que la Pensée a quelquefois été appelée « Fleur de la Trinité » ; que l'Anémone des bois a été parfois désignée sous le nom de « Fleur du Vendredi-Saint » ; que certaines espèces de Trèfles sont qualifiées de « Farouche », de « Triolet », de « Pied de Lièvre », etc.... par les paysans de quelques départements français ! C'est un déplorable système que celui qui consiste à vouloir utiliser les noms populaires pour arriver à la connaissance des plantes. Au lieu de rappeler ces noms, généralement erronés et d'une extension très limitée, on devrait s'efforcer de les faire oublier le plus rapidement possible. Nous disposons aujourd'hui de tant de moyens d'information : flores, iconographies, jardins botaniques, expositions horticoles, sans compter tous les livres de Botanique illustrés : profitons-en largement.

Faut-il rappeler que l' « Ortie blanche » n'est pas une Ortie, que le Lierre terrestre n'a rien de commun avec le Lierre, etc.... Dans le pays de Liège, la Renoncule est appelée « Pissenlit » et celui-ci est désigné sous le nom de « Chicorée des prés » ! Nous avons fréquemment entendu

---

(1) S'il était nécessaire de défendre encore la thèse de l'utilité des noms scientifiques, on trouverait de sérieux arguments dans une note intitulée : « De grâce des noms latins », par le Prof. L. Errera dans le *Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, t. XXX. (1891) p. 164 — Cet article a été réimprimé dans le *Recueil d'Œuvres de Léo Errera*, vol. II. p. 27.

les gens du peuple donner le nom de Fève au Haricot, le nom de Millet au Chanvre, celui de Framboises aux Myrtilles, de Mûrier à la Ronce, etc.... Voilà des confusions contre lesquelles il convient de réagir dès l'école primaire.

LES SYNONYMES

Enfin, il est un dernier point dont nous croyons devoir dire quelques mots. Parmi les Botanistes de profession, il en est dont l'occupation unique consiste à décrire et à dénommer les plantes. Pour d'excellentes raisons, parfois, ils ont été amenés à changer le nom des espèces qui avaient été mal déterminées, à modifier les limites de certains genres, à subdiviser d'autres genres ou espèces, etc.... De tout cela, résulte une synonymie plus ou moins embrouillée et toujours très regrettable. Malheureusement, il y a aussi des botanistes systématiciens qui, pour le plus léger motif, changent des noms universellement admis depuis longtemps. Nous ne citerons que des exemples choisis parmi les plantes les plus connues.

On a voulu retrancher du genre Ranunculus toutes les espèces aquatiques, pour en faire un genre distinct sous le nom de Batrachium.

On a proposé de supprimer le genre Brassica pour le remplacer par plusieurs autres.

Quelques Potentilles ont été séparées pour constituer un nouveau genre sous le nom de Tormentilla.

Plus récemment, certaines espèces de Lemna ont été désignées sous les noms génériques de Wolffia et de Spirodela.

Le Champignon microscopique qui provoque la maladie des Pommes de terre et que tout le monde, jusqu'au dernier jardinier, connaît sous le nom de Peronospora, devrait maintenant, pour le plus futil prétexte, être nommé Phytophtora ! Les journaux horticoles se sont empressés d'adopter ce nom nouveau, de crainte sans doute de paraître arriérés s'ils continuaient à faire usage de l'ancien terme.

Tous ceux qui s'occupent d'enseignement comprennent qu'un nom ne doit être changé que dans le cas de nécessité absolue. Aussi doivent-ils bien se garder d'admettre trop facilement les modifications proposées, surtout lorsqu'il s'agit de genres. Nous maintiendrons donc Ranunculus, Brassica, Potentilla, Lemna, Peronospora, etc... dans leur acception primitive. Nous pensons qu'admettre, comme valables, les raisons qui ont été données d'une foule de créations récentes, serait ouvrir la porte à bien d'autres remaniements aussi peu justifiés : il ne peut en résulter qu'un inutile bouleversement et un inévitable chaos.

DÉTERMINATION DES PLANTES

Quelques mots sur l'emploi des flores ne paraîtront pas déplacés ici.

Evidemment le professeur doit posséder une flore et s'en servir fréquemment, mais est-il utile de mettre ce livre entre les mains de tous les élèves ? A cela, il y a plus d'une objection à faire : Les flores ne renseignent pas les plantes cultivées dans les jardins ou les appartements, c'est-à-dire celles qu'on voit le plus fréquemment et qu'on a intérêt à connaître ; elles emploient souvent des termes spéciaux inutiles au point de vue de la Botanique générale ; elles cachent les plantes intéressantes au milieu d'une foule d'autres que nos élèves n'ont pas besoin de connaître ; elles font appel à des caractères distinctifs plus ou moins empiriques, qui ne sont pas toujours les plus importants ; elles font connaître uniquement le nom, sans rien apprendre des particularités biologiques.

On objectera, peut être, que si on fait usage d'une flore à l'Ecole, c'est pour forcer les élèves à analyser des fleurs. Mais cet exercice peut se faire avantageusement au moyen d'un questionnaire analogue à celui de la page 97, ou à celui de la page 221 de nos Traité. Ces questionnaires sont appropriés à l'Enseignement, tandis que les flores ont été rédigées en vue des amateurs d'herborisations.

Ce que nous avons dit de la méthode de Lamarck permettra aussi de faire, en classe, des exercices de détermination sur des plantes choisies dans la famille des Renonculacées, au moyen des tableaux intercalés p. 229 et 230. L'étude des arbres fournira encore une occasion de réaliser des exercices semblables (p. 287).

Plusieurs des inconvénients que nous venons de signaler ont déjà été reconnus par quelques auteurs qui ont cherché à les atténuer [1]. Néanmoins, l'emploi d'une flore, comme on l'a préconisé parfois dans l'Enseignement, présente le danger de laisser croire que l'idéal du botaniste est la détermination des espèces.

Les meilleures choses peuvent, dans la pratique, avoir le pire destin. Nous avons cherché à mettre en garde contre certaines exagérations, qui rappellent un peu l'abus que nos anciens magisters faisaient de la grammaire.

---

(1) Citons notamment :

C. H. Delogne, *Flore analytique de la Belgique* (Plantes indigènes et cultivées) Namur. Wesmael-Charlier, 1888.

A. De Vos, *Flore complète de la Belgique* (espèces indigènes et plantes cultivées sans abri). Mons. H. Manceaux, 1885.

G. Bonnier et G. de Layens, *Nouvelle flore de la Belgique et du Nord de la France*. Bruxelles. J. Lebègue et Ce (sans mots techniques).

A. Cogniaux, *Petite flore de Belgique*. Mons, 1884.

A. Cogniaux, *Abrégé de la petite flore de Belgique*. Bruxelles. Société belge d'éditions, 1906

Au surplus, le Chap. II de nos Traités renferme l'indication de toutes les plantes sauvages et de toutes les plantes cultivées qu'il est bon de connaître, de toutes celles qui peuvent offrir quelque intérêt aux personnes instruites. Plusieurs de ces espèces seront analysées en classe, d'autres seront montrées dans les champs ou dans les jardins. Il suffira alors de les nommer en signalant leurs principaux caractères et leurs usages. Ces renseignements sont consignés dans le deuxième chapitre, que nous n'avons pas craint de faire un peu long, pour qu'il puisse tenir lieu de Flore. Le professeur y trouvera tous les éléments de ses démonstrations, l'élève toutes les notes qu'il sera ainsi dispensé de prendre lui-même. Plus que tout autre, ce chapitre est donc *à consulter*, et non à suivre d'un bout à l'autre.

JARDIN BOTANIQUE, EXCURSIONS, HERBIERS

Un jardin botanique, si modeste qu'il soit, devrait être annexé à chaque école. Il ne s'agit pas d'entretenir un nombre considérable de plantes classées de manière à former une collection destinée à être montrée une fois par an ; il s'agit tout simplement d'y conserver quelques espèces bien choisies, cultivées en nombreux exemplaires, de façon qu'on puisse y cueillir d'abondants matériaux pour les exercices d'Organographie et les démonstrations d'Ethologie.

Il est tout à fait inutile de planter, dans ce jardin, certaines espèces qui ne poussent bien que dans les prairies ou les bois, telles que les Orchidées, l'Anemone nemerosa. D'autres espèces se développent mal lorsqu'elles sont isolées dans les parterres : il est préférable de les mettre dans une pelouse, puis de les laisser croître comme à l'état sauvage. On se dispensera donc de réaliser, sur le terrain, une classification rigoureuse. On donnera la préférence aux plantes vivaces, afin de réduire au minimum la main-d'œuvre exigée par la récolte des graines, la préparation du terrain, le semis, etc....

Nous donnons, ci-après, une liste comprenant une soixantaine d'espèces qu'il est bon de réunir dans le jardin de l'Ecole. On pourra, au besoin, la réduire en conservant de préférence celles qui sont marquées d'une * (voyez p. 50 et 51).

Nous indiquerons, dans cette liste, les noms latins dont le professeur pourrait avoir besoin pour vérifier les déterminations au moyen d'une flore ; quant aux familles, nous ne mentionnerons les noms que des principales. De ce que le Lierre, le Lilas, la Capucine, la Cuscute, etc... appartiennent à des familles qui ne font pas partie du programme de l'Enseignement moyen, il n'en résulte pas que ces plantes ne doivent pas

être connues, et qu'elles ne puissent fournir, à l'occasion, d'excellents matériaux d'étude.

La possession d'un petit jardin à l'Ecole ne dispense pas de visiter, de temps en temps, les grands Jardins botaniques et les serres qui en dépendent. Ceci nous amène à dire quelques mots des excursions botaniques et notamment des herborisations.

Le but de ces excursions n'est pas de récolter des plantes pour en faire des herbiers, mais bien d'aller observer sur place ce qu'on ne peut voir en classe, ni même dans les Jardins botaniques. En visitant les plantes chez elles, c'est-à-dire dans les conditions naturelles de leur existence, on les trouvera en germination, puis adultes, avec leurs fleurs et leurs fruits ; on notera les aspects généraux de la végétation dans leurs rapports avec la nature du sol et la configuration géographique. Mais c'est surtout au point de vue biologique, que ces promenades sont intéressantes. Nous aurons l'occasion d'y revenir plus tard.

C'est dans ces courses délicieuses à travers la campagne, que les jeunes gens apprendront à admirer la nature et à en jouir autrement qu'en la ravageant.

Quand un professeur conduit ses élèves en excursion, ce n'est donc pas pour ramasser une foule de plantes quelconques, et dénommer toutes celles qui se présentent, au hasard, le long du chemin. Ce ne sont pas les plantes qui doivent s'imposer à lui ; c'est lui qui doit les choisir, et s'arrêter là où il y a quelque chose d'intéressant à montrer. Celui qui connaît la flore de son canton saura toujours arranger son itinéraire pour le rendre fructueux : il visitera les prairies et les bois, mais ne négligera pas les cultures, les jardins et les parcs.

Dans les explications qu'il donnera, le maître rappellera les notions acquises durant les leçons, et en fera l'application ; il montrera ainsi que les données scientifiques ne sont pas des choses abstraites, mais bien l'expression d'une réalité palpable ; il fera admirer cette nature qui nous entoure, mais que nos habitudes et notre genre de vie nous cachent de plus en plus. Il se gardera, surtout, d'imiter ce qu'il aura vu dans les herborisations organisées par des amateurs, qui n'apprécient que les « raretés » et qui ne demandent que le nom des espèces nouvelles. Par un étrange abus de langage, l'expression « connaître les plantes » signifie pour eux « savoir appliquer deux mots latins à chaque espèce ». Pourraient-ils donc se flatter de connaître une personne qui leur a été présentée une fois, et avec laquelle ils ont échangé quelques paroles de politesse ?

En excursion, les élèves ont l'habitude de demander à leur professeur le nom d'une foule de plantes, comme s'ils voulaient éprouver ses connaissances. Il faut bien se garder de satisfaire cette vaine curiosité, en citant les noms génériques et spécifiques de toutes les plantes qui sont ainsi présentées. D'ordinaire, il convient de ne donner aux élèves que le nom du genre, parfois même le nom de la famille, ou de la classe seulement ; on dira : c'est une Renoncule, c'est une Boraginée, ou bien c'est un Lichen. Ce qu'il faut encourager, ce sont les remarques que les élèves peuvent faire d'eux-mêmes, comme celles-ci : « Je viens de trouver, pour la première fois, les fruits du Charme ; la cupule est bien

singulière. — Voici des Mousses avec leurs organes sporifères. — Cette plantule à cotylédons souterrains doit être un jeune Marronnier : je le reconnais à ses feuilles digitées ». Ces observations, si simples et si incomplètes qu'elles soient, témoignent d'une initiative réelle, et d'un effort bien plus méritoire que celui de l'élève qui cherche seulement à retenir ce qu'on lui dit.

A l'élève qui s'obstine à demander des noms, il faut répondre : « Mon ami, au lieu de questionner toujours, tâchez donc de trouver quelque chose par vous même. Examinez les fleurs de la plante que vous me montrez : sont-elles régulières ou irrégulières ? Possèdent-elles un simple périanthe, ou bien un calice et une corolle ? Cette dernière est-elle dialypétale ou gamopétale ? L'ovaire est-il supère ou infère ? Peut-on compter les étamines ? Peut-on voir les fruits ? Et maintenant ne pouvez-vous deviner à quelle famille cette plante appartient ? Ses organes végétatifs présentent-ils quelques particularités intéressantes ?... Tout ce que vous trouverez ainsi vaut bien mieux qu'un nom que vous ne retiendrez sûrement pas ! » (1)

Est-il utile de faire faire un herbier par chaque élève ? Faire un herbier, cela signifie ordinairement récolter des plantes sans discernement, les sécher en les écrasant, puis les coller sur de belles pages, au bas desquelles on inscrit un nom, qui a été dicté et qu'on a orthographié plus ou moins correctement. C'est là une besogne manuelle, sans utilité aucune, et qui a même l'inconvénient de faire croire qu'on a réalisé un travail scientifique ! Pour qu'un herbier serve à quelque chose, il faut que tous les échantillons aient été analysés, comparés et classés avec soin, puis ensuite consultés souvent.

Les exercices analytiques, que nous préconisons, nous semblent bien autrement instructifs. Que l'élève sèche un échantillon de la plante analysée, qu'il le fixe sur un feuillet en regard de celui qui porte la description et les dessins, ce sera parfait. La réunion de ces types étudiés en classe, auxquels s'adjoindront ceux que l'élève analysera de lui-même, constituera un herbier d'un genre particulier, qui témoignera d'une étude sérieuse et d'un réel effort.

(1) « Etudiants, jeunes ou vieux, efforcez-vous donc de ne pas céder à cette sorte « de hantise du nom propre à attribuer à chaque plante que vous voyez pour la « première fois et que vous ne connaissez pas encore ! En herborisation par exemple, « ne commencez jamais, en montrant une plante à vos maîtres ou à vos camarades « plus avancés, par demander à ceux-ci : Quelle est cette plante ? Comment s'appelle- « t-elle ? — Ce sont là des questions de paresseux, trop pressés d'en finir et peu « soucieux de s'instruire. Commencez par observer la plante et vous poser à vous « même un certain nombre de questions sur les caractères les plus importants qu'elle « présente... Quand vous aurez pris l'habitude d'étudier ainsi les plantes, vous vous « sentirez solidement préparés à répondre, à votre tour, aux questions qui pourraient « vous être posées par des examinateurs. » Dr G. Beauvisage, *Guide des étudiants au Jardin Botanique de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon*, p. 97. — Lyon. Henri Georg, 1903.

Liste des plantes
à cultiver dans un petit Jardin botanique

N. B. Cette liste ne comprend que des espèces exigeant peu de soins et pouvant fournir des matériaux pour les exercices pratiques d'Organographie et les observations d'Ethologie. Elle ne constitue pas le catalogue d'une collection de Botanique systématique, c'est-à-dire d'un Jardin botanique tel qu'on le comprend généralement. A moins d'indication contraire, toutes les espèces renseignées dans ce tableau sont vivaces.

*Tulipe (*Tulipa suaveolens Roth.*) Liliacées.	au soleil.
*Jacinthe (*Hyacinthus orientalis L.*) Liliacées.	au soleil.
Lis (*Lilium candidum L.*) Liliacées.	à mi-ombre.
*Poireau (*Allium Porrum L.*) Liliacées.	bisannuelle.
*Sceau-de-Salomon (*Polygonatum officinale All.*) Liliacées.	à mi-ombre.
*Iris (*Iris germanica L.*) Iridées.	au soleil.
*Seigle (*Secale cereale L.*) Graminées	annuelle.
Avoine (*Avena sativa L.*) Graminées.	annuelle.
Ivraie (*Lolium perenne L.*) Graminées.	dans le gazon.
Betterave (*Beta vulgaris L.*) (1).	bisannuelle.
Epinard *Spinacia oleracea L.*).	annuelle.
Renouée (*Polygonum Persicaria L.*) Polygonées.	à mi-ombre.
*Ortie (*Urtica dioïca L.*).	
*Noisetier (*Corylus Avellana L.*) Cupulifères.	
*Œillet (*Dianthus plumarius L.*) Caryophyllées.	au soleil.
Compagnon (*Melandryum diurnum Crép.*) Caryophyllées	à l'ombre.
*Capucine (*Tropaeolum majus L.*).	annuelle.
Mauve (*Malva sylvestris L.*) Malvacées.	bisannuelle.
*Giroflée (*Cheiranthus Cheiri L.*) Crucifères.	au soleil.
Cardamine (*Cardamine pratensis L.*) Crucifères.	dans le gazon.
Coquelicot (*Papaver Rhaeas L.*) Papaveracées.	annuelle.
*Renoncule (*Ranunculus repens L.*) Renonculacées.	dans le gazon.
*Ficaire (*Ficaria ranunculoïdes Mönch.*) Renonculacées.	dans le gazon.
*Clematite (*Clematis Vitalba L.*) Renonculacées	
*Pivoine (*Pœonia officinalis Retz.*) Renonculacées.	

(1) Le nom des familles non mentionnées dans ce livre n'est pas indiqué dans ce tableau.

*Ancolie (*Aquilegia vulgaris L.*) Renonculacées.	
*Populage (*Caltha palustris L.*) Renonculacées.	cuvelle avec de l'eau.
*Dauphinelle (*Delphinium Ajacis L*) Renonculacées	annuelle.
*Aconit (*Aconitum Napellus L.* Renonculacées (1).	à mi-ombre.
*Joubarbe (*Sempervivum tectorum L.*) Crassulacées.	au soleil.
*Carotte (*Daucus Carota L.*) Ombellifères.	bisannuelle.
Berce (*Heracleum Sphondylium L*) Ombellifères	à mi-ombre.
*Lierre (*Hedera Helix L*).	ne pas le tailler.
Fuchsia (*Fuchsia coccinea Ait.*).	couvrir en hiver.
*Ronce (*Rubus fruticosus L.*) Rosacées.	
*Fraisier (*Fragaria elatior Ehrh.*) Rosacées.	
*Eglantier (*Rosa canina L.*) Rosacées.	
*Poirier (*Pyrus communis L.*) Pomacées	
Aubépine (*Cratægus Oxyacantha L.*) Pomacées.	
*Cerisier (*Cerasus vulgaris Mill*) Amygdalées	
*Cytise (*Cytisus Laburnum L.*) Papilionacées.	
Genêt à balais (*Sarothamnus scoparius Koch.*) Papilionacées	au soleil.
Robinier (*Robinia Pseudo-Acacia L.* Papilionacées.	
*Pois (*Pisum sativum L.*). Papilionacées.	annuelle.
*Haricot (*Phaseolus vulgaris L.*) Papilionacées.	annuelle.
*Primevère (*Primula elatior Jacq*) Primulacées	dans le gazon.
*Pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*) Solanées	
Belladone (*Atropa Belladona L.*) Solanées	
*Cuscute (*Cuscuta major D. C.*).	annuelle, sur l'ortie
*Muflier (*Antirrhinum majus L.*) Scrophularinées	annuelle.
*Linaire *Linaria vulgaris L.*) Scrophularinées	
Lilas (*Syringa vulgaris L.*).	
*Consoude (*Symphytum officinale L.*) Boraginées	
*Lamier (*Lamium album L.* et *amplexicaule L.*) Labiées.	
Campanule (*Campanula latifolia L.*) Campanulacées.	à l'ombre.
Sureau (*Sambucus nigra L.*).	
*Grande Marguerite (*Pyrethrum Leucanthemum Coss* et *Germ*) Composées.	dans le gazon.
Pâquerette (*Bellis perennis L*) Composées	dans le gazon.
Bluet (*Centaurea Cyanus L*) Composées.	annuelle.
*Pissenlit (*Taraxacum vulgare Schrk.*) Composées.	dans le gazon.
Chicorée (*Cichorium Intybus L.*) Composées	

(1) Cette abondance de Renonculacées est voulue : c'est afin de permettre la comparaison de genres bien distincts dans une même famille.

ÉTUDE DE QUELQUES FAMILLES GENRES ET ESPÈCES

Combien faut-il attribuer de leçons à l'étude des familles, des genres et des espèces ? Ce nombre dépend évidemment du temps dont on dispose, et du programme qu'on se propose de réaliser. S'il faut se restreindre, on pourra se limiter aux douze familles marquées d'une *, ou même à six seulement, à la condition de les expliquer avec suffisamment de détails. Cela vaudra mieux que vouloir passer une revue rapide de toutes celles qui sont mentionnées dans ce livre. Une fois convenablement initié, l'élève pourra continuer seul à observer les plantes, s'il a quelque goût pour les Sciences naturelles.

De toutes façons, il convient de commencer l'étude d'une famille par la description d'un ou de plusieurs types. Si la chose a été réalisée lors des exercices d'Organographie, il suffit de le rappeler ; mais si les circonstances n'ont pas permis cet examen, il faut le faire à l'occasion de la Systématique. Pour cela, on s'aidera du texte même des Exercices (voir nos Traités) et de planches murales, ou de croquis tracés au tableau. On trouvera, en tête de chaque famille, l'indication des types, et celle des pages où ils sont décrits.

Le professeur doit exiger que l'élève ait présent à l'esprit l'organisation de ces types ; il l'obligera donc à recourir fréquemment au texte des analyses organographiques. Pour bien saisir les caractères saillants des Graminées, il faut savoir exactement ce qu'on entend par glumes, glumelles et glumellules. C'est l'étude analytique du Seigle qui a fait connaître ces termes : c'est à cette étude qu'on devra se reporter, si on a perdu de vue la signification de ces mots.

Nous ne pouvons mieux faire comprendre l'avantage de cette méthode qu'en citant le passage suivant :

« Il importe de rappeler ici que, pour étudier une famille végétale, « il est indispensable d'en analyser d'abord une espèce au moins dans « tous les détails, d'en disséquer les fleurs, fruits et graines, d'en écrire « la description, et d'en dessiner les caractères analytiques. Cette espèce, « une fois bien connue, sert alors de point de comparaison, auquel on « rapporte, en en constatant les ressemblances et les différences, les autres « espèces et les autres genres utiles à apprendre dans la même famille.

« Cette observation comparative, basée sur l'étude d'un type, est « le seul procédé à la fois scientifique et pratique pour se faire idée « d'une famille ; quiconque ne le suit pas perd son temps, torture inu- « tilement sa mémoire pour y fixer des mots et des phrases incomprises, « et s'épuise en vains efforts pour tâcher de comprendre et de retenir « des faits, qu'un travail d'analyse personnelle peut seul rendre intelli- « gibles et graver aisément dans le souvenir » (1).

---

(1) G. Beauvisage, *loco citato*, p. 15.

Après avoir envisagé un ou plusieurs types, on pourra énumérer les *caractères dominants*, mais sans s'y arrêter beaucoup. Nous préférons l'expression « caractères dominants » aux termes « caractères généraux » ou « caractères communs » qui sont habituellement employés. « Il im-« porte que les étudiants soient bien persuadés que ces caractères n'ont « rien d'absolu et qu'ils comportent toujours des exceptions ; l'institution « d'une famille est fondée sur l'ensemble de tous les caractères des végé-« taux qu'on y réunit et non point seulement sur ceux que leur fréquence « fait mettre en vedette. » (1)

On s'attachera surtout à faire connaître les principaux genres (plus rarement quelques espèces), en signalant pour chacun d'eux ce qu'il offre d'intéressant. Ce sera tantôt un caractère organographique de la fleur, du fruit ou des organes végétatifs, tantôt une propriété biologique, tantôt tout simplement l'usage qu'on fait de la plante. Il ne faut pas s'astreindre à indiquer toujours les caractères distinctifs, comme on doit le faire dans les ouvrages destinés uniquement à la détermination (Flores, Genera, etc...). Il va sans dire qu'on cherchera à montrer ces plantes soit pendant la leçon, soit en excursion.

Bien comprise, l'étude de la Botanique systématique donne des résultats surprenants en peu de temps. Elle habitue les jeunes gens à baser un jugement sur des faits rigoureusement observés et à ne pas se laisser tromper par l'aspect des choses, par la première impression. Ce n'est pas la forme en clochette des fleurs qui doit faire reconnaître les Campanulacées, car à ce titre le Phyteuma ne serait pas une Campanulacée !

Pour répondre au programme qui précède, un livre destiné à l'enseignement ne peut être rédigé dans la forme régulière, et en quelque sorte symétrique, des ouvrages de Systématique réservés aux spécialistes. Nous n'avons pas craint de mentionner, dans les pages suivantes, toutes les plantes qui peuvent, en certaines circonstances, attirer l'attention des personnes instruites, telles que les plantes cultivées, les plantes exotiques utiles, etc.... En *consultant* leur manuel, les élèves y trouveront des renseignements suffisants et seront dispensés de recourir à des ouvrages spéciaux.

De son côté, le Professeur tâchera de montrer soit des spécimens vivants, dans les jardins botaniques et les serres, soit de bonnes gravures ou des photographies. Il n'est pas du tout nécessaire que ces démonstrations soient faites pendant les leçons : il est utile de saisir toutes les occasions, quand elles se présentent, afin de convaincre les élèves qu'ils peuvent s'instruire en dehors de l'Ecole, à la condition d'observer et de réfléchir.

(1) G. Beauvisage. *Ibidem.*

DÉTERMINATION DES ARBRES PAR L'EXAMEN DE LEURS FEUILLES

Le public ignore généralement le nom des arbres qu'il voit tous les jours. Il est de fait que, dans l'enseignement de la Botanique, on néglige trop les arbres. C'est pour combler cette lacune, que nous avons rédigé un tableau permettant la détermination d'une cinquantaine d'arbres au moyen de leurs feuilles. Ce tableau a été conçu de façon que tous les caractères mentionnés puissent être facilement constatés par les élèves eux-mêmes : l'un d'eux lira les questions, les autres y répondront à tour de rôle, en considérant les échantillons qui leur auront été distribués.

Comme nous l'avons fait remarquer au début du présent Chapitre, les exercices de détermination sont beaucoup plus difficiles à réaliser au moyen des « Flores » dont on a parfois préconisé l'usage dans les écoles. Toutefois, certaines précautions sont à observer. Avant de donner aux élèves des rameaux à déterminer, le Professeur devra s'assurer si les espèces qu'il a choisies sont renseignées dans notre tableau. Il ne cueillera que les feuilles les plus complètes et les plus caractéristiques de l'arbre. Si la feuille est composée, il faut la considérer toute entière et non pas seulement une de ses folioles, comme le font les personnes qui ne sont pas initiées à la Botanique. Dans les jardins publics les espèces communes, telles que le Hêtre, l'Orme, l'Aune, etc., sont souvent représentées par des variétés à feuilles découpées, colorées, crispées, etc... ; elles deviennent méconnaissables. Le Professeur se gardera bien de prendre ces variétés pour en faire l'objet des exercices de détermination.

On pourra, avec avantage, réunir en herbier un spécimen de chacune des espèces indiquées dans le tableau ci-dessous et y joindre, si possible, des échantillons de fleurs et de fruits. Il est inutile de chercher à classer tout cela rigoureusement, attendu que les arbres appartiennent souvent à des familles qui ne présentent pas d'intérêt au point de vue de l'Enseignement.

Un exercice excellent consiste à faire dessiner d'après nature, puis de mémoire, la forme et la nervation de la feuille des principaux arbres, tels que Lierre, Chêne, Hêtre, Robinier, Rosier, etc... Il ne s'agit pas, bien entendu, de dessins artistiques en perspective, mais de simples figures au trait indiquant bien les caractères botaniques constatés par la détermination préalable.

ETUDE DES PLANTES NE PRODUISANT NI FLEURS NI FRUITS

On pensait autrefois que toutes les plantes devaient posséder les mêmes organes, et réaliser le même plan de structure. Beaucoup de Traités élémentaires débutaient par cet énoncé : « Tout végétal se compose d'une racine, d'une tige, de feuilles, de fleurs et de fruits contenant des graines ».

Il est hors de doute, aujourd'hui, que l'organisation des plantes est diversifiée. Très simple chez certaines d'entre elles, cette organisation se montre de plus en plus compliquée chez les autres. Rappelons brièvement quelques termes de cette série.

Il existe des Algues microscopiques, de forme arrondie ou filamenteuse, qui sont dépourvues de tout organe extérieur. Ces petites plantes se propagent en se divisant en deux moitiés égales : chaque fragment grandit, puis se divise à son tour.

D'autres Algues, moins imparfaites, ont un corps filamenteux ramifié, capable non seulement de se propager en se divisant, mais encore de donner naissance, à certaines époques de l'année, à des organes reproducteurs d'une grande simplicité.

Les Mousses possèdent des tiges et des feuilles, mais pas encore de racines. Celles-ci n'apparaissent que chez les Fougères. Outre les organes sexués, les Mousses et les Fougères produisent des germes minuscules appelés spores.

Les Conifères sont des arbres qui, au printemps, émettent du pollen que le vent emporte sur les ovules situés à la surface d'écailles disposées en cônes. Après la fécondation, ces ovules deviennent des graines nues.

Seuls les végétaux supérieurs possèdent des fleurs véritables comprenant des étamines et des carpelles ; seuls aussi, ils mûrissent des fruits renfermant des graines.

Divers organes ont donc pris naissance successivement, et seules les plantes les plus parfaites les possèdent tous.

En considérant la série végétale dans son ensemble, on constate que l'*appareil végétatif* a produit d'abord des *organes de propagation* asexuée, puis des *organes de reproduction* sexuée et des *spores* ; peu à peu, il a pris l'aspect d'une *tige feuillée* et a donné naissance ensuite à des *racines*. Les organes reproducteurs, primitivement très simples, se sont perfectionnés et se sont constitués à l'état de *pollen* et d'*ovules*, ces derniers capables de devenir des *graines*. Des *fleurs* se sont conformées avec des *étamines* et des *carpelles* ; finalement les graines ont été enfermées dans un *fruit*.

Un enseignement élémentaire de la Botanique doit porter principalement sur les plantes les plus complètes, parce que seules ces plantes se prêtent à une observation aisée. Ce sont, d'ailleurs, celles qu'il importe surtout de connaître. Il ne faut cependant pas négliger complètement les végétaux plus simples. Aussi allons nous consacrer quelques pages à l'étude des plantes sans fleurs ni fruits. Nous nous attacherons surtout à faire connaître l'aspect de leurs organes végétatifs, car les autres organes sont invisibles sans le secours de préparations microscopiques d'une exécution très délicate et d'une conservation très mal aisée.

Linné, dans sa célèbre classification de 1735, divisait le règne végétal en 15 classes : les quatorze premières constituaient la *Phanérogamie*, la quinzième la *Cryptogamie*. Sous le nom de Phanérogames, l'illustre botaniste suédois réunissait toutes les plantes qui se reproduisent par graines, tandis qu'il nommait Cryptogames toutes celles dont les organes de reproduction n'étaient pas connus de son temps (Fougères,

Mousses, Algues et Champignons). Ces deux termes ont été pendant longtemps d'un usage courant ; aujourd'hui, ils ont perdu beaucoup de leur valeur, au point de vue de la classification, parce que les Cryptogames mieux étudiées ont été divisées en plusieurs classes importantes, tandis que le nombre des classes de Phanérogames a été considérablement réduit.

Le terme Phanérogrames peut être employé encore, quand on veut désigner l'ensemble des végétaux qui produisent des graines, c'est-à-dire les Dicotylées, les Monocotylées et les Gymnospermes. Quant au mot Cryptogames, il n'a plus de raison d'être actuellement, attendu qu'il s'applique à des végétaux qui n'ont rien de commun. On doit connaître ce mot, parce qu'on le rencontre fréquemment dans les livres, mais on ne doit plus l'employer parce qu'il ne désigne pas un groupe naturel,

A ceux qui voudraient maintenir une division du règne végétal en deux grands groupes analogues aux Vertébrés et aux Invertébrés, nous ferons remarquer qu'une telle division doit comprendre d'une part les Dicotylées et les Monocotylées, et d'autre part toutes les autres plantes (Gymnospermes et Cryptogames), en d'autres termes les plantes à fleurs et à fruits d'une part, les plantes sans fleurs ni fruits d'autre part.

Les Gymnospermes

Au point de vue d'un enseignement élémentaire, il y a lieu, avons-nous dit, de séparer les végétaux qui produisent des fleurs et des fruits d'une part, et les végétaux qui n'en produisent pas, d'autre part. Cette distinction n'est pas aussi absolue qu'on serait tenté de le supposer, quand on s'en tient aux termes même qui servent à l'énoncer. Les Gymnospermes n'ont pas d'étamines véritables, mais elles possèdent des écailles qui donnent du pollen ; elles n'ont pas d'ovaire, pas de stigmate, mais elles sont pourvues d'écailles qui portent des ovules à leur surface.

Quoiqu'il en soit, il convient, croyons-nous, de bien séparer les Gymnospermes, parce que rien de ce qu'on enseigne relativement aux fleurs et aux fruits, rien de ce qui concerne l'organographie des plantes herbacées (rhizomes, tubercules, bulbes, vrilles, stolons, etc.) ne s'applique à ces végétaux, qui sont tous des arbres dépourvus de fleurs et de fruits au sens exact de ces mots.

Quelques auteurs récents rapprochent, de plus en plus, les Gymnospermes des Ptéridophytes et isolent ainsi les Angiospermes. Leur opinion, basée sur des considérations purement scientifiques, conduit à une séparation que la pratique aurait dû faire prévoir depuis longtemps.

Les Fougères

Les anciens botanistes donnaient aux feuilles des Fougères le nom de « frondes » parce qu'ils croyaient que ces organes remplissaient deux catégories de fonctions : les fonctions de nutrition et celles de reproduction. Aujourd'hui, nous savons que les organes sexués des Fougères ne sont pas les spores formées sous les feuilles, mais les anthéridies et les archégones qui prennent naissance sous le prothalle. Il n'y a donc plus de raison de maintenir le terme fronde : il vaut mieux rendre, aux organes foliacés des Fougères, le nom de feuilles qu'ils méritent à tous

point de vue. Dans un enseignement élémentaire, le mot « fronde » ne doit pas être prononcé, parce qu'il est devenu tout à fait inutile.

Les auteurs insistaient autrefois sur ce qu'ils nommaient « alternance de générations » chez les Fougères. Ils voulaient désigner ainsi la succession alternante d'un état sexué (le prothalle) et d'un état sporifère (la plante feuillée). Ces deux états ne constituent pas deux générations, mais une seule. Usitée en Zoologie aussi, l'expression « alternance de générations » a servi à désigner divers phénomènes nullement comparables. Le moment est donc venu de délaisser cette expression en même temps que l'idée fausse qu'elle évoque.

Les Mousses

Les Mousses, communes sur la terre, l'écorce des arbres et les pierres, méritent quelque attention. Il est assez facile de faire remarquer leur tiges, leurs feuilles et leurs capsules sporifères. Il ne nous paraît pas utile de parler de leurs organes sexués (anthéridies et archégones), parce qu'ils sont invisibles à l'œil nu et difficiles à voir au microscope.

Les végétaux inférieurs

Sous ce terme nous réunissons toutes les plantes dont les organes végétatifs ne sont pas différenciés en tiges, feuilles, et racines, sauf parfois une légère indication en ce sens. Les *Algues*, généralement aquatiques et très souvent marines, nous intéressent peu. Les *Champignons* doivent nous arrêter davantage : ils sont tous parasites ou saprophytes ; on les rencontre souvent dans les prairies et les bois ; plusieurs d'entre eux sont comestibles, d'autres sont vénéneux. Les *Lichens* sont remarquables par leur symbiose. Les *Bactéries*, dont on parle tant et souvent sans en avoir la moindre idée, doivent être mentionnées : on les envisagera surtout au point de vue biologique comme agents de fermentation, de putréfaction, de contamination, etc...

Pour se procurer facilement une belle culture de Bactéries, il suffit de mettre une demi-douzaine de pois dans un verre d'eau. Après quatre ou cinq jours, le liquide sera trouble et puant. Pour observer les bactéries, on déposera sur une lame de verre porte-objet, une goutte d'eau ordinaire et dans celle-ci, on diluera une petite gouttelette du liquide trouble de la culture. Le plus fort objectif sera indispensable pour voir de nombreux baciles, les uns en repos, les autres nageant dans la préparation (1).

(1) Quelques Professeurs regretteront peut-être de ne pas trouver de plus amples renseignements concernant les végétaux qui ne produisent ni fleurs ni fruits. Malgré le grand intérêt que présentent ces végétaux, nous pensons que leur etude doit rester sommaire, parce qu'elle ne peut pas être suffisamment démonstrative. Vouloir expliquer en détail le perfectionnement organique que manifeste l'ensemble du règne végétal nous paraît contraire à la méthode que nous préconisons. Il nous semble suffisant de s'en tenir aux idées exposées ici.

CHAPITRE III

NOTIONS D'ANATOMIE

L'anatomie des animaux supérieurs comporte deux degrés : au premier degré, on dissèque au moyen du scalpel pour mettre à nu les organes internes, tels que le tube digestif, le cœur, les poumons, les muscles, les nerfs, etc... : c'est l'*Anatomie proprement dite*. Au second degré, on se sert d'un microtome et d'un microscope pour observer la constitution intime d'un os ,d'un muscle, d'un nerf, etc... : c'est ce qu'on désigne plus particulièrement sous le nom d'anatomie de texture ou d'*histologie*. Les végétaux n'ayant pas d'organes internes comparables à ceux des animaux supérieurs, le terme Anatomie végétale ne correspond pas exactement à ce qu'on entend par Anatomie animale, mais plus spécialement à l'histologie.

Au point de vue de la classification, on constatera aussi que les caractères anatomiques fournis par les végétaux ne sont pas du même ordre que ceux utilisés en Zoologie.

Il nous a paru qu'on perd parfois de vue ces remarques, en attribuant à l'Anatomie des plantes la même importance, dans l'Enseignement moyen, qu'à l'Anatomie des animaux. Nous ne voyons pas la nécessité de calquer le programme du cours de Botanique sur celui du cours de Zoologie.

Tout le monde ne se rend pas suffisamment compte non plus des difficultés que présente l'étude de la structure intime des plantes. Ce qu'un élève peut voir, en regardant un petit fragment de feuille à travers les lentilles d'un microscope, n'est nullement comparable à ce qu'il peut apprendre en examinant lui-même, à l'œil nu, une fleur suffisamment grande. Pour arriver à une conviction par l'observation microscopique, il faut avoir pratiqué celle-ci longtemps et personnellement, ce qu'on ne peut exiger dans les écoles du degré moyen. Il nous paraît d'ailleurs raisonnable d'admettre un enseignement plus restreint, dans certains établissements, et un enseignement plus développé, dans d'autres.

Dans le cas de leçons sommaires, on pourra se borner à l'explication de préparations microscopiques convenablement choisies. Un enseignement un peu plus complet comprendra, en outre, un exposé méthodique de la structure des cellules, des tissus et des membres. On le trouvera, sous forme de complément, dans un Chapitre spécial. Nous avons émis

l'opinion que les compléments d'Anatomie et de Physiologie ne devraient être donnés que dans la classe de Philosophie, ou dans celle de Rhétorique.

Dans l'une comme dans l'autre hypothèse, le Professeur devra donc exécuter quelques préparations suffisamment démonstratives et les montrer aux élèves. Autant que possible, il se servira de plantes vivantes, bien fraiches. On peut, cependant, conserver la plupart des organes végétaux dans de l'alcool, mais la chlorophylle s'y dissout et brunit. Les coupes seront faites au moyen d'un excellent rasoir et observées d'abord dans une goutte d'eau sans aucun réactif. S'il y a des bulles d'air gênantes, on les fera disparaître en déposant la coupe pendant quelques minutes dans de l'alcool, puis on la remettra dans l'eau. Si le contenu des cellules est trop opaque, on pourra le détruire en faisant macérer la coupe dans de l'eau de Javelle : en ce cas, les membranes cellulaires et les cristaux seuls persistent. Les préparations compliquées, double coloration, etc... ne conviennent guère aux débutants trop enclins à confondre les moyens avec le but à atteindre.

De grandes planches murales que le Professeur exécutera, ou fera exécuter sous sa direction, pourront également être utilisées. Celles qui existent, dans le commerce, sont rarement appropriées à l'Enseignement moyen : elles contiennent trop de détails et sont éditées à une échelle trop faible.

Les auteurs qui voient dans *la* fleur quatre verticilles (p. 35) distinguent dans *la* plante trois éléments constitutifs : *la* cellule, *la* fibre et *le* vaisseau : le premier est arrondi, le deuxième est allongé et pointu à ses deux bouts, le troisième a la forme d'un tube. Ces auteurs ne disent même pas que la fibre est une cellule allongée et que le vaisseau est composé de plusieurs cellules fusionnées. Dans ces conditions, que devient la théorie cellulaire de SCHLEIDEN et de SCHWAN ? (1)

Au point de vue de la Biologie générale, la *cellule* est l'unité anatomique fondamentale. Au point de vue de la structure des organes végétaux, le *faisceau* libéro-ligneux est une autre unité qui a été trop longtemps méconnue. Il importe de bien saisir ces deux notions capitales. Les fibres, les vaisseaux, etc... ne sont que des cellules transformées ; la diversité de l'organisation des tiges, des feuilles et des racines résulte principalement de la disposition, de la différenciation et de l'accroissement des faisceaux.

Il ne s'agit pas, bien entendu, de développer ici des théories, mais d'exposer les faits à la lueur des conceptions générales les plus propres à les éclairer.

---

(1) Aux examens d'une Ecole qu'il est inutile de citer, on s'est aperçu que plusieurs élèves étaient réellement convaincus que chaque plante est constituée *d'une* cellule, *d'une* fibre et *d'un* vaisseau ! Ils avouaient pourtant ne pas bien comprendre comment ces trois éléments étaient agencés !

On aime souvent à diviser la Botanique en deux parties : la *Botanique systématique* et la *Botanique physiologique*. On fait alors rentrer l'Organographie dans la première et l'Anatomie dans la seconde.

Cette conception n'est pas justifiée, attendu que l'Organographie et l'Anatomie sont deux branches morphologiques. L'une étudie l'organisation externe, l'autre l'organisation interne ; l'une se pratique à l'œil nu ou à la loupe, l'autre nécessite l'emploi du microscope, mais ce n'est là qu'une différence secondaire et toute subjective. L'une et l'autre conduisent à la Systématique [1] ; l'une et l'autre sont préalables à l'étude de la Physiologie.

Celle-ci, au contraire, est une science bien distincte qui s'attache à connaître les phénomènes physiques et chimiques qui s'opèrent dans les organismes durant leur vie.

Il n'y a donc pas lieu de substituer l'enseignement de l'Anatomie à celui de l'Organographie, en lui attribuant des vertus trancendantes. Nous avons déjà eu l'occasion de dire que si les leçons d'Organographie n'ont pas toujours donné de bons résultats, cela provient de la façon dont elles ont été faites. Si on ne modifie pas la méthode, il en sera de même des leçons d'Anatomie.

Bien que ces deux parties de la Botanique traitent des mêmes objets, il nous parait qu'elles ne peuvent être enseignées de la même manière. Dès le début de l'Organographie, on parle des tiges, des feuilles, des racines, etc..., choses que tout le monde connaît de vue et peut facilement examiner en toutes circonstances. En abordant l'Anatomie, au contraire, on entre dans un domaine inconnu, où tout est difficile à voir, même au moyen des meilleures préparations. Les termes protoplasme, noyau, corps chlorophylliens, etc... n'éveillent aucune idée de choses déjà entrevues. Il faut donc commencer par les montrer et les décrire convenablement ; il faudra ordinairement se contenter des notions les plus simples, choisies parmi celles qui sont d'une portée suffisamment générale.

Les diverses phases de la division des cellules, notamment de la division du noyau (Caryocinèse), ont été minutieusement étudiées par un grand nombre d'auteurs modernes. Certes ces phénomènes ont une grande importance en Biologie, mais il ne s'en suit pas qu'il faille en entretenir les débutants. Ce sujet n'est pas à leur portée ; ils n'en comprendraient ni les détails, ni la signification.

Nous commencerons par l'étude objective de quelques types de cellules, de tissus et d'organes bien choisis. Nous nous abstiendrons d'énoncer des généralités. Il nous sera néanmoins possible de tirer de nos observations quelques conclusions importantes, susceptibles d'application à la Physiologie.

---

(1) En Botanique, on n'envisage habituellement que les applications de l'Anatomie à la Physiologie, tandis qu'en Zoologie on demande à l'Anatomie une base solide pour la classification. Il est à remarquer que les botanistes commencent à faire appel aux caractères anatomiques en vue de distinguer les espèces. Il ne faut pas regarder l'Anatomie végétale comme l'introduction pure et simple à la Physiologie : c'est une science morphologique qu'il faut étudier d'abord pour elle-même, mais qui fournit ensuite des données applicables à la Systématique, à la Paléontologie, à la Physiologie, à l'Ethologie, à l'Horticulture, etc.

On se préoccupe souvent trop des procédés de la technique microscopique et trop peu de la méthode qui doit présider aux observations. On commet une faute de méthode quand on donne toute son attention à la coloration des coupes sans songer à leur orientation, au niveau où elles sont faites, à l'âge de l'organe qui les fournit ; quand on étudie, à un fort grossissement, les détails contenus dans une préparation, avant d'examiner l'ensemble de cette préparation à un faible grossissement ; quand on s'attache à dessiner, avec la plus scrupuleuse fidélité, toutes les particularités d'une coupe (parfois même ses défauts, tels que déchirures, écrasement...) sans s'inquiéter de la nature des faisceaux, du mode de formation des tissus, de la symétrie de l'ensemble, etc... (1)

CHAPITRE IV

NOTIONS DE PHYSIOLOGIE

Ce que nous avons dit des difficultés que présente l'enseignement de l'Anatomie végétale peut être répété ici. En fait, la Physiologie est l'étude des phénomènes physiques et chimiques que manifestent les êtres vivants. Dès lors, on conçoit qu'il est impossible d'entreprendre sérieusement cette étude, si on ne possède tout au moins les éléments de la Physique et de la Chimie.

Il y a, en outre, des obstacles d'ordre matériel sur lesquels les professeurs L. Errera et E. Laurent ont attiré l'attention dans le texte explicatif de leurs Planches de Physiologie végétale. « L'enseignement de cette Science, disent-ils, se heurte à des difficultés particulières. Pour l'accompagner, comme il convient, de démonstrations expérimentales, il faut avoir à sa disposition un grand choix de plantes vivantes, de multiples appareils, et beaucoup de temps. Mais cela ne suffit point. On est obligé aussi de compter avec la saison : même au moyen de jardins et de serres bien organisés, il n'est pas toujours possible d'obtenir les spécimens voulus au moment opportun. Ce n'est pas

(1) Dans les figures représentant des coupes vues au microscope, on ne cherche pas à reproduire *l'aspect* de ces coupes. On ne dessine que la surface de section, c'est-à-dire un *plan*, en faisant abstraction de ce qu'on pourrait apercevoir en dessous de ce plan.

tout encore, et l'obstacle le plus grand au point de vue de l'enseignement vient de ce que la physiologie végétale est une physiologie *très lente*. Alors que dans l'organisme animal la plupart des réactions sont si rapides qu'il faut user d'artifices pour en saisir les diverses phases, c'est tout l'opposé que l'on remarque chez les plantes : ici, les expériences durent, en général, plusieurs heures, sinon plusieurs jours ou même plusieurs semaines, et il est impossible d'en montrer toute la marche dans l'espace d'une leçon. »

En raison de toutes ces difficultés, nous devons envisager deux hypothèses : celle d'un enseignement très sommaire de la Physiologie végétale, et celle d'un enseignement un peu plus complet. Le présent Chapitre suffira dans le premier cas ; les « Compléments » qui forment le Chapitre VIII, seront utilisés dans le second cas. (1)

Les notions de Physiologie dont on pourra généralement se contenter, trouveront leur application dans l'étude de l'Ethologie qui est, avons nous dit, comme le trait d'union entre la Morphologie et la Physiologie proprement dite.

Fidèle à notre méthode de ne pas entreprendre l'explication de phénomènes que nous ne croyons pas pouvoir élucider suffisamment, nous avons omis, complètement et volontairement, tout ce qui concerne le mode de croissance des tiges, des feuilles et des racines, les nutations, l'action des rayons lumineux de diverses réfrangibilités, et autres sujets dont nous ne méconnaissons pas d'intérêt, mais qui nous paraissent sortir du cadre dans lequel il convient de se limiter.

Quant à la composition chimique des plantes, nous n'avons pas cru devoir suivre l'exemple des auteurs qui insistent sur la composition élémentaire, et sur le nombre exact des corps simples indispensables aux végétaux. Nous ne voyons pas bien l'utilité d'aller jusque là, dans une explication sommaire des phénomènes de la nutrition. Il s'agit de faire comprendre aux débutants que les plantes absorbent du gaz carbonique, du nitrate de soude, du phosphate de chaux, etc... Il n'est pas nécessaire pour cela de leur parler du carbone, de l'azote, du phosphore, du sodium, du calcium, etc... Aucun de ces corps simples n'est absorbé à l'état libre par les plantes, sauf l'azote dans certains cas tout exceptionnels, qu'il faut mentionner à part.

Au sujet des expériences, nous ferons aussi la remarque que les élèves perdent souvent de vue l'idée qu'on poursuit en faisant une expérience : ils sont frappés bien plus par les manipulations exécutées, les réactifs employés, les accidents même, que par le résultat obtenu. Le professeur devra les mettre en garde contre cette erreur, et leur faire distinguer le but des moyens employés pour l'atteindre.

(1) Pour bien enseigner des notions très élémentaires d'Anatomie et de Physiologie végétales, le professeur doit évidemment posséder des connaissances plus approfondies sur ces sujets. Cette considération aurait suffi, à elle seule, pour nous décider à écrire les Chapitres VII et VIII. (Compléments d'Anatomie et de Physiologie).

§ 1 ABSORPTION

Les cultures dans des solutions exactement dosées auxquelles il est fait allusion dans le texte destiné à l'élève, sont connues sous le nom de « cultures aqueuses. » Pour les réaliser, on laisse d'abord tremper des grains de Maïs dans de l'eau pendant 24 heures ; puis on les place dans de la mousse humide jusqu'au moment où les premières racines ont atteint deux ou trois centimètres de longueur. Chaque grain est alors fixé, au moyen de ouate hydrophile, dans une ouverture pratiquée dans le bouchon qui ferme un flacon contenant le liquide de culture. Les racines doivent plonger dans le liquide ; la ouate sera humectée de temps en temps, pour que le grain ne se dessèche pas. Il est bon de recouvrir le flacon d'un manchon en carton noir pour empêcher le développement des Algues. Plus tard, on fixera la plantule à un tuteur attaché au flacon.

J. SACHS a déterminé la composition du liquide nutritif qui permet le développement complet des plantes vertes. Il a montré, par une série d'expériences, que la suppression de l'une quelconque des matières entrant dans la constitution de ce milieu nutritif, arrête le développement de la plante. Pour la formule de Sachs et les autres détails, le Professeur pourra consulter les compléments au Chapitre VIII.

Aux cultures aqueuses dont l'exécution réclame beaucoup de soins, on pourra substituer celles réalisées dans un sol inerte. Des « pots à fleurs » neufs et séchés au four seront remplis de sable quartzeux préalablement lavé, puis stérilisé par un chauffage à haute température. Des graines seront semées dans chacun de ces pots. L'un d'eux sera arrosé d'eau ordinaire, un autre au moyen du liquide nutritif de Sachs complet, les autres au moyen de ce liquide privé de l'un de ses constituants. Les pots seront tenus dans un endroit bien éclairé et bien abrité.

Disons un mot, également, de l'observation des poils radicaux. Ces poils étant bien plus visibles dans l'air humide que dans l'eau, on préparera, quelques jours d'avance, l'expérience suivante. Au fond d'un vase cylindrique en verre, on versera un peu d'eau ; puis à l'orifice de ce vase on tendra un morceau de tulle à mailles serrées. Sur cette espèce de tamis, on déposera une mince couche de sable mouillé, et dans ce sable, on enfoncera quelques petites graines (Cresson alénois, Moutarde, etc.). Il suffira d'entretenir l'humidité du sable, pour que l'air confiné au-dessous soit saturé d'humidité. Lorsque les racines auront traversé le tamis, elles montreront de nombreux poils comme on le voit dans la fig. 576 de notre *Méthodologie*.

Pour réussir l'expérience représentée par la fig. 576*bis*, il faut commencer par teindre en noir du papier à filtrer. Pour cela, on laisse le papier s'imbiber de tannin pendant un quart d'heure, dans une solution à un pour cent. Le papier est ensuite immergé dans une solution de perchlorure de fer à un demi pour cent, puis lavé à l'eau courante pendant plusieurs heures. Sur une lame de verre, on superpose plusieurs feuilles de papier blanc à filtrer, sur lesquelles on place le papier noirci, comme

nous venons de le dire, par le tannin et le fer. Tout étant bien mouillé on sème, sur le papier noir, des graines de Moutarde (Brassica nigra), ou de Cresson alénois, lesquelles adhèrent facilement au papier. La lame ainsi préparée est placée obliquement dans un récipient contenant un peu d'eau. On ferme le récipient au moyen d'une plaque de verre, et on le dépose dans un endroit obscur et chaud. — Trois ou quatre jours après, la racine principale de chaque plantule mesure déjà plusieurs centimètres de longueur ; elle s'est appliquée contre le papier et montre ses poils développés dans l'air humide. Ces poils étant blancs, se voient très bien sur le fond noir.

§ 2 TRANSPIRATION

On a soutenu récemment que la transpiration n'est d'aucune utilité à la plante. Certes, on peut affirmer que l'absorption et la circulation des sels minéraux sont indépendantes de la transpiration, en ce sens qu'elles peuvent se faire simplement par osmose. Mais on sait combien ce phénomène est lent.

Nous croyons que les plantes savent tirer parti du courant aqueux qui les traverse, et dont la cause réside dans la déperdition de vapeur d'eau par les organes aériens. Nous continuerons donc à considérer la transpiration comme une fonction utile à la majorité des plantes.

§ 3 ELABORATION

Beaucoup d'auteurs désignent la décomposition du gaz carbonique et la fixation du carbone par le mot « assimilation ». Il n'y a pas de raison historique, dit le Dr. W. Pfeffer, d'agir de la sorte. (1) En Physiologie animale, et aussi dans les travaux de quelques botanistes, le mot « assimilation » possède une autre signification, dont la portée est beaucoup plus étendue : c'est l'acte par lequel des substances organiques, préalablement digérées, sont utilisées pour l'édification et la réparation des tissus. La plante verte fabrique elle-même sa « nourriture organique » et c'est « une grossière erreur que de confondre l'origine et l'utilisation des aliments ». (2)

Nombreuses et bien complexes sont les transformations chimiques de la matière au sein d'un organisme vivant. Toutes les étapes de ces transformations ne sont pas encore entièrement connues. Il convient, cependant, de les classer de manière à former quelques groupes désignés par des termes applicables aux deux règnes biologiques, puisqu'il est établi que les phénomènes essentiels de la vie sont partout identiques. Cinq étapes doivent être distinguées :

---

(1) W. Pfeffer, Physiologie végétale, trad. par J. Friedel. Tome I, p. 275. Paris. Schleicher, 1906.
(2) Ibidem, p. 278.

1. *Elaboration* : Synthèse des matières organiques nécessaires à l'alimentation ; formation de l'amidon aux dépens du gaz carbonique et de l'eau, formation des albuminoïdes au moyen des nitrates, etc... Cette fonction, en quelque sorte préparatoire, mais capitale, n'est réalisée que par les plantes vertes.

2. *Digestion* : transformation de l'amidon, des albuminoïdes, etc... en d'autres substances organiques facilement solubles. Cette transformation est opérée par des agents chimiques appelés ferments ou zymases.

3. *Assimilation* : utilisation des aliments solubilisés pour l'édification et la réparation des organes.

4. *Respiration* : Oxydation d'une partie des substances organiques : production de gaz carbonique.

5. *Desassimilation* : rejet des produits usés, des résidus de l'activité physico-chimique ; élimination du gaz carbonique, cristallisation de l'oxalate de chaux, chute des organes vieux.

Nous nous servirons de ces termes sans jamais leur en substituer d'autres, à titre de synonymes. Pour acquérir la précision qui lui est nécessaire, le langage scientifique ne doit pas admettre de synonymes, parce que, en réalité, ils ne sont jamais complètement équivalents.

L'expérience destinée à montrer le dégagement d'oxygène pendant l'élaboration chlorophyllienne est des plus aisées. On se procure facilement de l'eau chargée de gaz carbonique en ajoutant, à de l'eau ordinaire, un peu d'« eau gazeuse » provenant d'un siphon d'Eau de Seltz.

L'expérience qui doit mettre en évidence la formation d'amidon à l'intérieur des corps chlorophylliens est beaucoup plus délicate. On peut remplacer l'examen au microscope par un témoignage apparent à l'œil nu. Pour cela, on procède de la façon suivante. On met. dans un local complètement obscur et suffisamment chaud, une plante en pot ou des rameaux placés dans une bouteille pleine d'eau. Pour que l'amidon contenu dans les feuilles disparaisse entièrement, il faut 48 heures au moins. On détache alors quelques feuilles et on les conserve dans de l'alcool. — Après cela, on expose la plante à la lumière et on la laisse élaborer pendant une couple de jours, en la tenant dans les meilleures conditions d'éclairage, de chaleur et d'humidité. Quelques feuilles, de nouveau, sont détachées et laissées dans de l'alcool pendant 24 heures au moins, pour les décolorer. — A partir de ce moment, on peut traiter simultanément toutes les feuilles comme suit : on les dépose dans de l'eau bouillante pendant quelques minutes pour chasser l'alcool ; on les fait séjourner ensuite durant deux ou trois heures dans une solution d'iode (eau 60 gr., iodure de potassium 0 gr. 3, iode 0 gr. 1). Les feuilles de la première prise se colorent un peu en jaune : elles ne contiennent donc pas d'amidon ; celles de la seconde prise, au contraire, deviennent toutes noires, ce qui est la preuve qu'elles renferment de l'amidon.

En traitant de la même manière une feuille panachée quelconque, on constate qu'il n'existe d'amidon que dans les parties vertes : les cellules sans chlorophylle, quoique bien vivantes, sont incapables d'élaborer.

§ 4 DIGESTION

Les expériences qu'on peut faire sur la digestion des matières végétales sont du domaine de la Chimie organique : elles ne sont généralement pas à la portée des élèves. On cherchera, cependant, à leur faire comprendre que la croissance des tiges, des feuilles, des fleurs, etc... se fait aux dépens de l'amidon et d'autres matières organiques, à la condition que ces substances soient transformées en produits solubles. Qu'il s'agisse de l'organisme végétal ou de l'organisme animal, les aliments doivent être digérés, c'est-à-dire modifiés chimiquement avant d'être utilisés.

On peut cultiver un bulbe de Jacinthe sur une carafe pleine d'eau. Lorsque après la floraison la plante dépérit, on montrera que le bulbe, primitivement gorgé de réserves nutritives ,est réduit à quelques pellicules flétries et vides. On peut aussi expérimenter au moyen des plantules du Seigle en germination, comme il a été expliqué dans les Exercices d'Ethologie.

Dans les Compléments de Physiologie, on trouvera aussi l'indication détaillée d'une expérience bien démonstrative concernant la digestion de l'amidon par la diastase.

§ 5 CIRCULATION

Des expériences, au moyen de solutions colorantes, peuvent être réalisées à l'aide de tiges portant des fleurs blanches ou plus simplement à l'aide de rameaux garnis de feuilles suffisamment translucides (Balsamine, Capucine, Tinantia, Tradescantia, etc...). Ces rameaux doivent être gorgés d'eau, et pour cela leur portion inférieure doit avoir séjourné pendant une heure au moins dans de l'eau à l'ombre. Ils pourront alors être placés dans des flacons contenant une solution d'éosine. On disposera une partie de ces rameaux au soleil, et les autres dans l'obscurité. Après quelques heures, on regardera les feuilles par transparence : on pourra ainsi constater que le liquide coloré est parvenu dans les nervures de celles qui ont été mises à la lumière et pas dans les autres. C'est que la circulation, très lente dans l'obscurité, est activée par le soleil qui accélère la transpiration.

Les plantes entières, c'est-à-dire encore enracinées, ne se prêtent guère à ce genre d'expérience, parce que les matières colorantes traversent difficilement les tissus corticaux des racines et diffusent ensuite très lentement partout. En opérant avec des rameaux détachés, au contraire, les vaisseaux sont sectionnés : le liquide colorant est rapidement entraîné dans ces vaisseaux et de là dans les trachées des nervures foliaires.

§ 6 RESPIRATION

« Pendant longtemps la fonction chlorophyllienne a été considérée comme un phénomène respiratoire, ce qui amenait les Botanistes à admettre, chez les plantes, deux sortes de respiration absolument inverses. On a, depuis quelque temps déjà, dégagé la vérité ; on sait, aujourd'hui, que l'assimilation du carbone est un phénomène de nutrition, et que la respiration s'accomplit d'une façon identique, chez tous les êtres vivants, quel que soit leur degré d'organisation. »

On a peine à comprendre aujourd'hui que deux fonctions si différentes aient pu être confondues : c'est qu'on regardait tout échange de gaz entre la plante et l'atmosphère comme un acte de respiration. Les physiologistes modernes s'accordent à considérer l'oxydation de la substance vivante comme étant le phénomène caractéristique de la fonction respiratoire.

Fonctions de relation

L'enseignement de la Physiologie végétale se bornait, jusque dans ces dernières années, à l'étude des fonctions de nutrition et de reproduction. On n'admettait pas, chez les plantes, l'existence de fonctions de relation comparables à celles qui se manifestent si clairement chez les animaux. On sait maintenant que les plantes sont influencées par une foule d'agents et qu'elles répondent aux excitations qu'elles reçoivent du dehors. D'ordinaire, la réaction est lente et à cause de cette lenteur, elle a été longtemps méconnue.

Par fonctions de relation, il faut entendre tous les phénomènes qui témoignent de l'influence que les agents extérieurs exercent sur l'organisme à l'état vivant. Quelques auteurs appellent « sensibilité », d'autres « irritabilité » la faculté que les plantes possèdent, aussi bien que les animaux, de recevoir une excitation et de réagir. Nous préférons employer le mot *excitabilité* qui nous parait exprimer mieux la propriété générale qu'on veut désigner.

Nous signalerons l'action directrice de la pesanteur, de la lumière, de la chaleur, etc... sur les plantes, mais nous ne croyons pas devoir employer les termes de géotropisme, héliotropisme, thermotropisme, etc... dont on se sert habituellement à ce propos. Les physiologistes savent bien que ces mots expriment les faits sans les expliquer, mais les débutants, comme le public en général, sont trop enclins à croire que ces mots désignent des forces particulières et mystérieuses, qui seraient la cause directe des phénomènes observés.

Une nomenclature nouvelle, passablement compliquée, se crée actuellement dans cette partie de la Physiologie végétale. Elle doit rester à l'usage des spécialistes, sous peine de donner lieu aux mêmes abus que la nomenclature organographique, abus contre lesquels on s'est élevé à juste titre.

CHAPITRE V

ETHOLOGIE

Le botaniste d'autrefois se contentait de décrire, de dénommer et de classer les plantes. Celles-ci n'étaient pour lui que des objets de collection, qu'il étudiait ordinairement dans les herbiers comme des choses sans vie. S'il se préoccupait de la forme des tiges, des feuilles et des racines, de la composition des fleurs et des fruits, c'était pour y trouver des caractères propres à distinguer les espèces les unes des autres.

Tout autre est le botaniste moderne pour qui les plantes sont avant tout des êtres doués d'organisation et de vie. C'est pour connaître cette organisation qu'il considère d'abord les caractères extérieurs, puis la structure intime ; c'est pour comprendre les manifestations vitales qu'il observe les phénomènes physiques et chimiques dont les organes sont le siège.

Les tendances actuelles ne se sont pas complètement substituées aux idées anciennes ; parmi nos contemporains quelques-uns s'attardent encore dans les voies du passé ; d'autres sont à l'avant-garde. L'enseignement élémentaire doit occuper le centre de cette colonne en marche et pour cela, il doit donner à la Biologie une part plus grande qu'il ne l'a fait jusqu'ici.

Dans un rapport présenté à la Société impériale de Zoologie et de Botanique de Vienne, M. le Professeur Dr. R. v. WETTSTEIN a insisté sur ce point. « La méthode biologique, dit-il, est de la plus grande importance pour l'enseignement de la Zoologie et de la Botanique. En même temps qu'elle place l'explication au lieu de la simple description, elle conduit les élèves à réfléchir et à observer, elle excite l'intérêt et le raisonnement, fournit à la mémoire un réel appui et donne des résultats certainement bien supérieurs à ceux de la méthode exclusivement descriptive... La Biologie ne peut pas exclure ni la Morphologie ni la Systématique. La connaissance des organes les plus importants des animaux et des végétaux, comme aussi la connaissance de leur classification, forment la base indispensable de l'étude des êtres vivants. L'exercice le plus propre à développer l'esprit d'observation consiste à faire donner par les élèves la description morphologique des objets naturels qu'on leur présente et surtout à les leur faire dessiner. » [1]

---

(1) DR. R. v. WETTSTEIN. *Der naturwissenschaftliche Unterricht an den österreichischen Mittelschulen.* Wien, Verlag von Fr. Tempsky, 1908.

M. le Professeur Dr. OTTO SCHMEIL, auteur d'ouvrages classiques de la plus haute valeur, a défendu des idées analogues dans un opuscule consacré à la réforme de l'enseignement moyen. (1)

Dans notre pays, M. le Professeur J. MASSART, par son enseignement, ses publications et les excursions qu'il organise avec tant d'activité et de persévérance, a grandement contribué à vulgariser les notions d'Ethologie végétale. Il est permis d'espérer que dans les nouveaux programmes de nos Athénées et de nos Ecoles moyennes, la Biologie ne sera pas oubliée.

Sous le terme Biologie, il faut comprendre la Physiologie, l'Ethologie et plusieurs autres branches plus ou moins distinctes. Dans l'Introduction, nous avons déjà eu l'occasion de dire que l'Ethologie, qui fait l'objet du présent Chapitre, est l'étude des adaptations ; elle cherche à expliquer les particularités morphologiques par les exigences physiologiques de chaque espèce. Elle établit, en quelque sorte, le trait d'union entre la Morphologie et la Physiologie proprement dite. C'est, pourrait-on dire, une organographie expliquée. Ceci est d'autant plus nécessaire que les plantes possèdent des organes si bien appropriés aux conditions extérieures, que chaque espèce a une manière de vivre particulière, des mœurs différentes.

Nous pouvons, cependant, ramener toutes les fonctions à trois grandes catégories que nous désignerons sous les termes : *végétation*, *propagation*, *reproduction*.

Les fonctions de végétation sont celles qui permettent à la plante de se maintenir en vie, en produisant de nouveaux organes capables de remplacer ceux qui sont usés. Pour le végétal, la croissance est à tel point nécessaire, que l'individu qui cesse de pousser est bien près de périr.

Les fonctions de propagation consistent essentiellement en une croissance localisée de manière qu'un individu se divise en plusieurs autres indépendants. On a souvent désigné cela sous le nom de reproduction asexuée, mais ce terme est tout à fait impropre, comme on le comprendra bientôt.

Les fonctions de reproduction concourent à la formation d'individus nouveaux résultant de l'intervention d'organes de sexes différents. Les travaux les plus récents sur la fécondation confirment complètement la distinction qu'il nous paraît indispensable de marquer nettement entre la propagation et la reproduction.

« Les individus nés les uns des autres par voie asexuée peuvent être considérés comme des parties d'un même être qui s'est partagé en fragments distincts. Ce sont des *individus* ; ce ne sont pas, à proprement parler des *êtres* nouveaux. » (2) En d'autres termes, la propagation est un mode de végétation fractionnée ; la reproduction est un phénomène d'un ordre tout différent. A cet égard, l'exemple que nous donnerons de la Tulipe est bien démonstratif.

---

(1) DR. O. SCHMEIL, *Über die Reformbestrebungen auf dem Gebiete des naturgeschichtlichen Unterrichts*. Leipzig. Verlag von E. Nägele 1905.

(2) REMY PERRIER. *Cours élémentaire de Zoologie*. 1909, p. 144.

Dans l'exposé méthodique que nous allons faire des notions générales d'Ethologie, nous envisagerons successivement les adaptations relatives aux fonctions de végétation, de propagation et de reproduction. En adoptant cette division, les choses analogues se trouveront tout naturellement rapprochées et prêtes pour la comparaison.

Tout ce qui concerne une même espèce de plante sera, il est vrai, rangé sous plusieurs rubriques. Ce n'est pas un inconvénient, attendu que beaucoup d'espèces qui offrent des exemples intéressants d'adaptations végétatives ou propagatrices, ne présentent aucun intérêt au point de vue des organes de la reproduction, ou inversement.

Dans les exercices d'Ethologie, nous avons envisagé un certain nombre d'espèces une à une, à tous les points de vue. C'était un travail analytique : nous allons maintenant en faire la synthèse.

Le Professeur s'appliquera à bien faire saisir par les élèves ce qu'il faut entendre par *adaptation*. Jusqu'ici la notion des adaptations n'a guère été développée dans les ouvrages classiques. Claire et attrayante, elle fera rapidement son chemin. Il est même à craindre que cette idée prenne une trop grande extension, parce qu'elle donne aisément prise à la folle du logis, à l'imagination. Aussi croyons-nous devoir mettre les jeunes professeurs en garde contre les exagérations auxquelles ils pourraient facilement se laisser entraîner. Outre les cas d'adaptation incomplète et de non adaptation mentionnés dans notre livre, nous pensons qu'il est utile de citer le passage suivant écrit par deux naturalistes, MM. J. DELAGE et M. GOLDSMITH, dont le témoignage est particulièrement précieux en cette matière : « Lorsqu'il s'agit d'adaptation, il n'est pas inutile de poser une question préjudicielle : est-elle aussi parfaite qu'on le croit ordinairement ? L'harmonie miraculeuse, l'adaptation exacte qu'il nous semble voir partout n'est-elle pas souvent une illusion due à ce que nous ne percevons que le résultat brutal : l'animal ou la plante vit, et nous ne pouvons estimer la somme d'efforts employés, de défaites subies, d'actions nuisibles supportées en vue d'assurer cette vie. Ce que nous voyons, c'est l'excédent du bien sur le mal, et il ne peut en être autrement, car si le résultat était opposé, l'organisme aurait péri. »

CHAPITRE VI

GÉOGRAPHIE VÉGÉTALE

La diversité que nous constatons dans la végétation des diverses parties du globe terrestre parait ne pas avoir toujours existé. Les empreintes végétales trouvées dans le terrain houiller de l'Europe, de l'Amérique du Nord, du Spitzberg, etc... accusent une flore uniforme, comparable par son exubérance à celle de nos pays les plus chauds. D'autres considérations encore semblent indiquer que les climats se sont différenciés graduellement et qu'en même temps les diverses flores se sont constituées peu à peu. Celles des régions tempérées, et celles des régions froides, sont des flores appauvries, adaptées à des conditions d'existence de plus en plus précaires.

Dès lors, il semble logique de commencer l'étude de la Géographie végétale par la flore la plus riche et la plus vigoureuse, celle des contrées équatoriales, où il n'y a ni saison ni arrêt de la végétation. En décrivant, après cela, les diverses flores situées de plus en plus loin de l'équateur, on les verra se modifier et se restreindre de plus en plus.

Au point de vue pédagogique, il semblerait préférable de commencer par la description de la flore de notre pays, et de lui comparer les flores exotiques. Cette manière de procéder pourrait convenir à un enseignement restreint, dans lequel on se bornerait à indiquer les traits caractéristiques de la végétation des pays tempérés et à faire connaitre ensuite, en manière de contraste, la flore équatoriale, en négligeant les autres aspects. Mais dans un enseignement plus général, nous pensons qu'il est préférable d'adopter la marche que nous avons suivie, et cela pour les motifs que nous venons de développer.

Quant à l'ordre habituellement suivi, et qui consiste à commencer par la flore boréale et à terminer par la flore équatoriale, il est absolument illogique et mauvais à tous points de vue.

La Botanique systématique nous a fourni l'occasion de citer un certain nombre de plantes exotiques telles que Canne à sucre, Dattier, Manioc, Caféier, etc... Le présent Chapitre nous permettra de mentionner encore plusieurs de ces végétaux. La connaissance des espèces coloniales les plus importantes est devenue aujourd'hui nécessaire à toute personne instruite.

Il n'est cependant pas possible, dans un livre comme celui-ci, de donner des descriptions suffisamment complètes et des renseignements précis sur l'utilisation de ces espèces, mais nous insérerons plus loin la liste des plantes les plus remarquables de notre colonie au Congo. On pourra les montrer aux élèves en visitant des serres, ou bien leur faire voir des photographies, des gravures, des projections, etc...

ANNEXES

Dans le but de permettre au lecteur de se faire une idée de la MÉTHODOLOGIE DE LA BOTANIQUE, (1) je crois utile de reproduire ici le *Relevé des Principes de Méthodologie et des renseignements concernant les leçons, les exercices, les expériences, etc*... ainsi que la *Table des matières* contenues dans cet ouvrage. J'y joins, à titre de spécimens, quelques-unes des figures originales qu'il contient.

Outre ce livre destiné aux Professeurs et à ceux qui aspirent à le devenir, il a été publié, en même temps, deux manuels à l'usage des élèves (2). Ces trois ouvrages ont reçu l'approbation du Conseil de perfectionnement de l'Enseignement moyen.

(1) MÉTHODOLOGIE DE LA BOTANIQUE *à l'usage des Ecoles normales de l'Enseignement moyen et des Ecoles normales de l'Enseignement primaire*, par J GOFFART et A. GRAVIS. 697 pages, 812 figures intercalées dans le texte et 26 planches hors texte — Gand. Maison d'édition I. Vanderpoorten, rue de la Cuiller, 18. 1912 — Un volume cartonné fr. 5.00.

(2) EXERCICES ET TRAITÉ DE BOTANIQUE, *à l'usage des Athénées, des Collèges, des Ecoles d'Horticulture*, etc, par A. GRAVIS 512 pages, 711 figures, 26 planches. — Un volume cartonné fr. 3.50

EXERCICES ET TRAITÉ DE BOTANIQUE, *à l'usage des Ecoles moyennes et des Ecoles primaires supérieures*. 436 pages, 634 figures, 26 planches. — Un volume cartonné fr. 2,50.

Relevé des principes de Méthodologie

et des renseignements concernant les leçons, les exercices, les expériences, etc.

Nous n'avons pas cherché à faire un exposé théorique de Méthodologie : nous nous sommes bornés à consigner des remarques qui peuvent être utiles à ceux qui se destinent à l'Enseignement.

Les principes, que nous avons développés, les considérations que nous avons émises, les renseignements que nous avons réunis à l'usage des Professeurs, sont éparpillés dans ce livre et souvent intercalés dans le Traité de Botanique proprement dit. Nous croyons donc utile de faire ici un relevé qui permettra au lecteur de retrouver aisément ces notes, en se reportant aux pages indiquées ci-après.

Préface

1re Partie

Considérations sur l'enseignement de la Botanique dans les Etablissements d'Instruction moyenne.

Le Congrès de Botanique de 1910 et l'Enseignement de la Botanique.

LEÇONS MODÈLES

2e partie

INTRODUCTION

EXERCICES

ORGANOGRAPHIE

BOTANIQUE SYSTÉMATIQUE

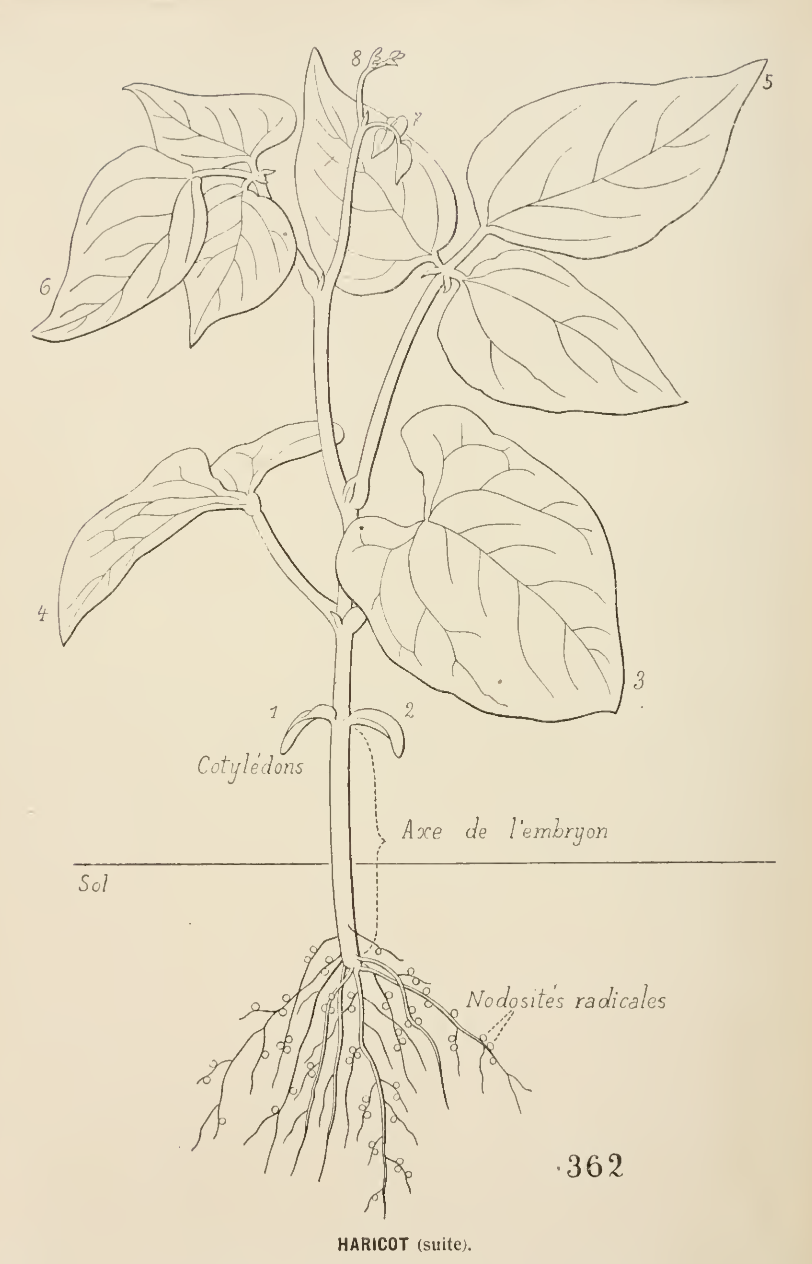
Anatomie

Physiologie

Ethologie

Géographie

N. B. Pour les autres sujets, on consultera la Table suivante, qui renseigne toutes les matières contenues dans le Traité de Botanique. On pourra recourir aussi à la Table alphabétique.



HARICOT (suite).

362. Jeune plante au moment où les cotylédons flétris vont se détacher; les deux feuilles primordiales sont simples ; les autres feuilles sont trifoliolées. (Dessin original).

TABLE MÉTHODIQUE DES MATIÈRES

Etamines
- libres (Tulipe, Œillet, Anémone).
- soudées
  - par leurs filets (Cytise, Pois, Mauve)
  - par leurs anthères (Chrysanthème, Pissenlit).

Etamines insérées sur le réceptacle floral (Tulipe, Renoncule).

Etamines adhérentes
- au périanthe (Jacinthe, Sceau de Salomon).
- au calice (Cerisier, Fraisier, Poirier).
- à la corolle (Primevère, Lilas, Lamier).
- à l'ovaire (Carotte, Lierre).

C. *Pistil* (ensemble des carpelles) 206

Ovaire et ovules, stigmates ; style.

Carpelles disposés
- en spirale (Renoncule, Anémone).
- en verticilles (Tulipe, Joubarbe).

Carpelles
- libres : chaque ovaire est uniloculaire (Renoncule, Anémone).
- soudés
  - ovaire composé pluriloculaire (Tulipe, Muflier).
  - ovaire composé uniloculaire (Stellaire, Œillet).

Carpelles
- indépendants des autres organes de la fleur : ovaire supère (Cerisier, Renoncule, Stellaire, Muflier).
- adhérents aux autres organes de la fleur : ovaire infère (Iris, Carotte, Fuchsia, Poirier).

Cas particulier de la Rose.

D. *Ensemble de la fleur* (diagramme) 210

Organes floraux
- nombreux, disposés en spirale (Anémone).
- peu nombreux disposés en verticilles (Tulipe).

Fleurs
- régulières (symétrie rayonnée (Tulipe, Renoncule, Campanule).
- irrégulières (symétrie bilatérale (Orchis, Cytise, Lamier)

Adhérence entre organes de verticilles différents (Primevère, Fraisier, Carotte).

La fleur est une tige raccourcie portant des feuilles transformées.

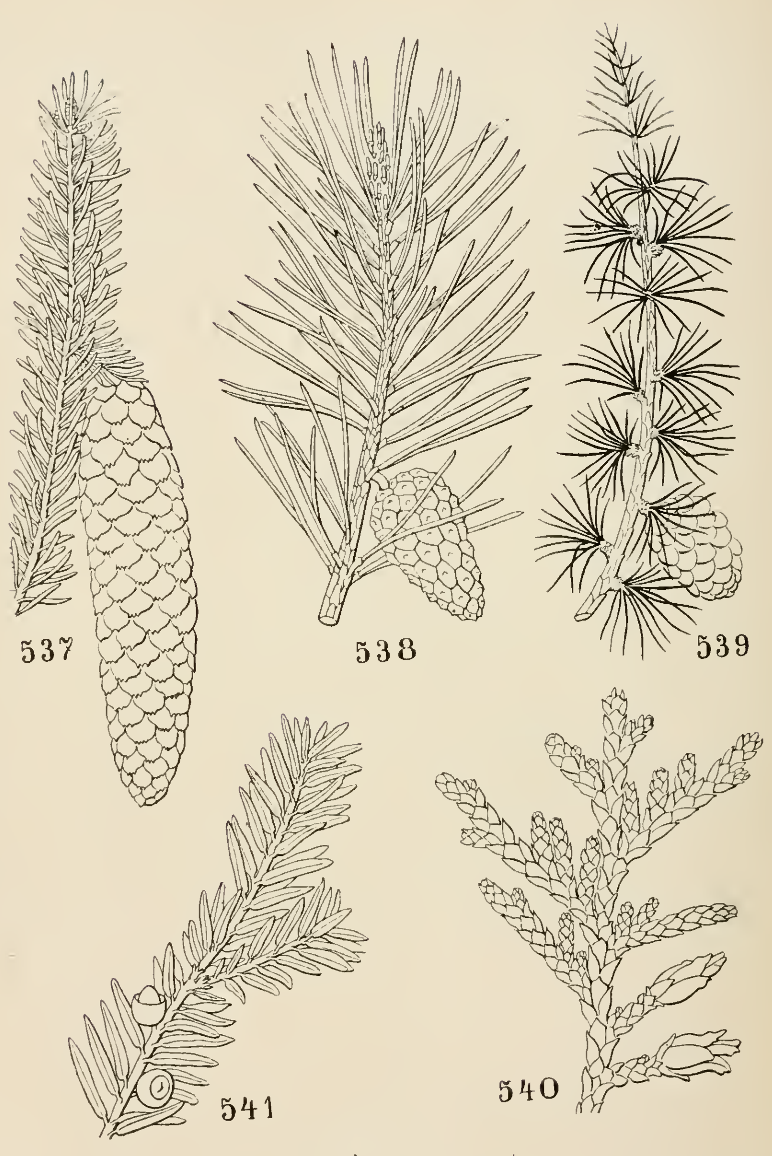
§ VI. Les fruits 213

Fruits secs s'ouvrant à la maturité :
- follicule (Dauphinelle, Ancolie)
- gousse (Cytise, Haricot).
- silique (Giroflée, Chou).
- capsule (Coquelicot, Muflier)

Chapitre III. Notions d'Anatomie . . . 305

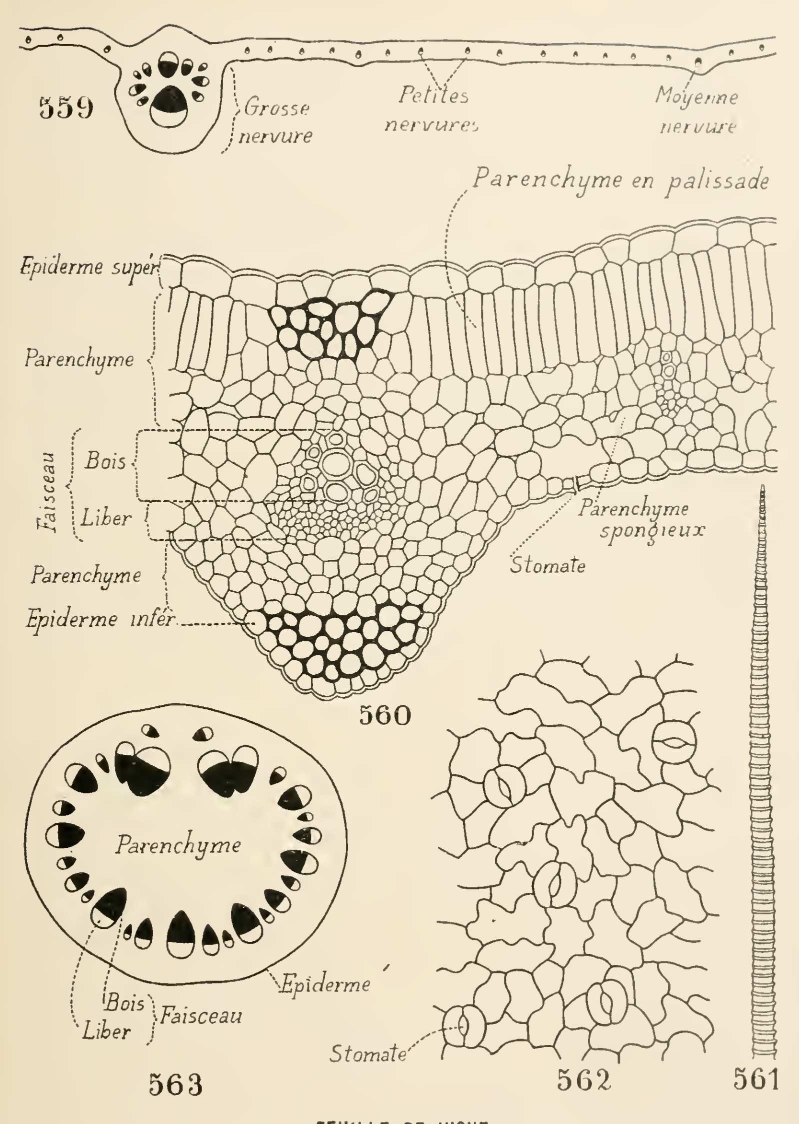
Chapitre IV. Notions de Physiologie . 320

Chapitre VI. Géographie végétale . . 385



CONIFÈRES (suite).

537. Un rameau d'Epicéa.
538. Un rameau de Pin.
539. Un rameau de Mélèze.
540. Un rameau de Thuia (avec 2 cônes).
541. Un rameau d'If (avec 2 graines isolées).



FEUILLE DE VIGNE

559. Coupe transversale pratiquée dans un fragment du limbe (Gross. 10/1).

560. Portion de la coupe précédente observée à un grossissement beaucoup plus fort (200/1).

(Figures Originales).

561. Portion de trachée isolée (200/1).

562. Portion d'épiderme de la face inférieure montrant 5 stomates (200/1).

563. Coupe transversale d'ensemble du pétiole (10/1).

RAPPORT

SUR LA

MÉTHODOLOGIE DE LA BOTANIQUE

PAR

M. L. PARMENTIER

SECRÉTAIRE DU JURY DU PRIX DE KEYN

La *Méthodologie de la Botanique* de MM. J. Goffart et A. Gravis est un vaste traité qui comprend près de sept cents pages. Les auteurs se sont partagé la tâche de la façon suivante : une première partie, écrite par M. Goffart (pp. 9-112), expose des considérations générales sur l'enseignement de la botanique et offre une série de leçons modèles traitant tour à tour de la description, de la classification, de l'éthologie, de l'anatomie et de la physiologie des plantes.

Le but de ces leçons est avant tout d'apprendre aux jeunes gens à voir les plantes, à les comparer et à raisonner sur ce qu'ils ont vu. Point de nomenclatures fastidieuses ni de classifications compliquées ; le maître use simplement avec intelligence et méthode des moyens d'intuition et laisse une part prépondérante au travail personnel de l'élève. Par leur sage gradation, leur clarté et leur intérêt, les exercices pédagogiques de M. Goffart méritent véritablement leur titre de leçons modèles.

La seconde partie, due à M. A. Gravis, est intitulée : *Exercices et Traité de Botanique à l'usage de l'enseignement moyen et normal.*

Après une introduction magistrale consacrée à la méthodologie, l'auteur donne de nombreux exemples d'exercices au cours desquels les élèves sont astreints à se livrer eux-mêmes à un travail scientifique. Une série de plantes choisies sont ainsi analysées au point de vue de l'organographie et de la classification, et cette étude est une gymnastique précieuse pour les facultés d'observation et de comparaison. De même, l'enseignement de l'éthologie et celui de la physiologie ne restent pas purement théoriques et ils s'accompagnent de démonstrations et d'expériences. Ici, en raison de la difficulté du sujet, le professeur devra, en général, faire lui-même la plus grande partie du travail, en s'aidant, pour le choix des plantes et pour la méthode, des exemples étudiés dans le manuel.

M. Gravis aborde ensuite l'exposé méthodique de sa science et il en traite successivement les différentes parties : Organographie; Botanique systématique; Notions d'anatomie; Notions de physiologie; Éthologie; Géographie végétale; Compléments d'anatomie; Compléments de physiologie. Plus de huit cents figures, toujours dessinées avec le plus grand soin par l'auteur lui-même, et souvent remarquables d'originalité, illustrent le texte et achèvent de mettre l'ouvrage hors de pair en Belgique.

Le manuel de MM. Goffart et Gravis ne peut manquer de contribuer grandement au progrès de l'étude de la botanique dans nos établissements d'instruction moyenne. Il n'a en rien le caractère d'une œuvre de compilation ou de pure érudition; il est le fruit de réflexions et d'une longue expérience de l'enseignement. Pratiquant d'abord une méthode analytique, il exerce l'élève à l'observation, en même temps qu'il l'oblige à comparer et à préciser ses idées. Le travail synthétique développe ensuite sa réflexion et son jugement et l'habitue peu à peu aux généralisations prudentes et exactes.

Ainsi entendue, la botanique cesse d'apparaître comme un pur

amusement ou comme un chargement de la mémoire; elle devient ce qu'elle doit être avant tout au degré moyen, une discipline éducative, et elle prend une place importante parmi les branches qui exercent les jeunes esprits aux opérations essentielles du travail scientifique : l'analyse et la synthèse. Son but n'est pas de faire de chaque élève un botaniste, ni de lui donner les connaissances utilitaires qui conviennent à un agriculteur ou à un horticulteur. Comme l'écrit M. Gravis, « la Botanique n'est qu'un prétexte pour habituer les jeunes gens à observer, à comparer, à réfléchir et à énoncer un jugement basé sur un travail personnel préliminaire; en d'autres termes, à leur apprendre le moyen d'apprendre par eux-mêmes ».

L'Académie royale de Belgique ayant ratifié les décisions du jury, le prix De Keyn a été décerné, en séance publique du 6 mai 1914, à la *Méthodologie de la Botanique*, par J. Goffart, professeur à l'Athénée royal de Huy, et A. Gravis, professeur à l'Université de Liége.

LE

Genre Renoncule

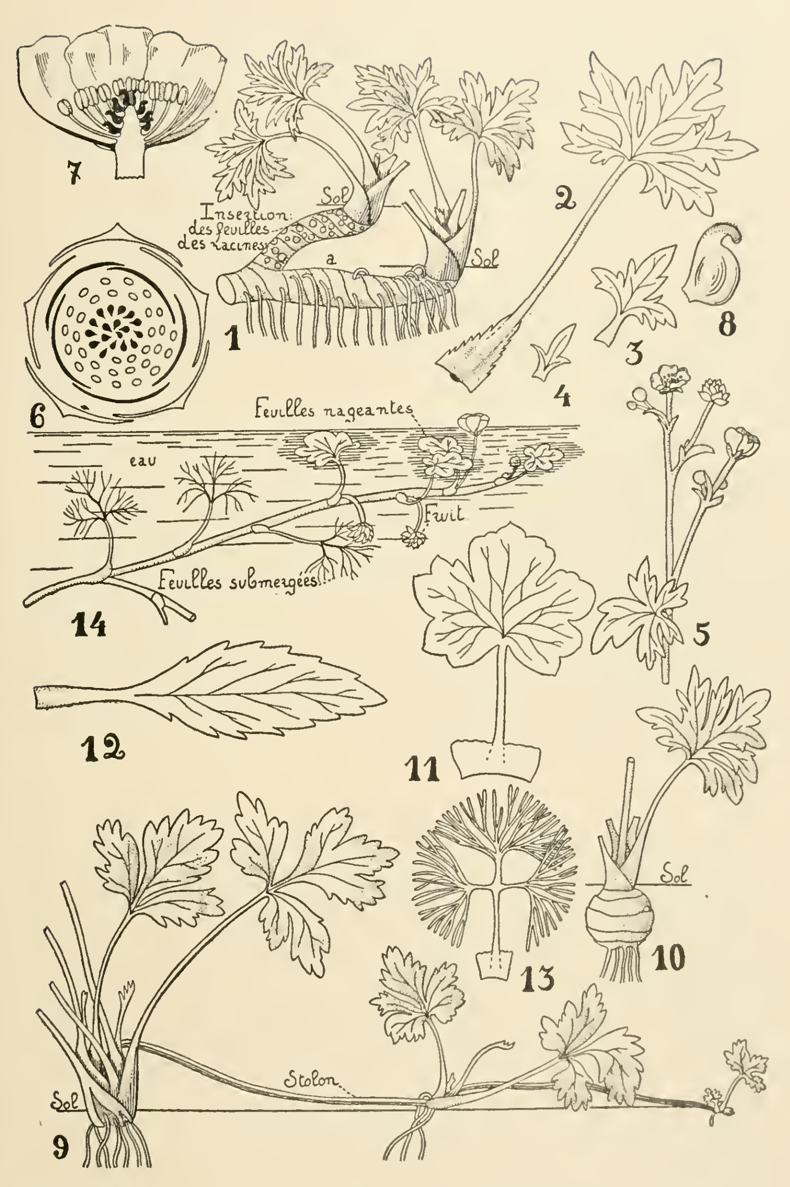
LEÇON DE BOTANIQUE

PAR

Mlle E. FRITSCHÉ

Régente à la Section normale moyenne à Fragnée

MAISON D'ÉDITION I. VANDERPOORTEN, RUE DE LA CUILLER, 18, GAND



Renoncule âcre :
1. Rhizome.
2, 3, 4. Feuille et bractées.
5. Portion de tige florifère.
6, 7. Fleur, coupe et diagramme.
8. Un akène très grossi.

9. *Renoncule rampante.*
10. *Renoncule bulbeuse.*
12. *Renoncule flammette.*
14. *Renoncule aquatique :*
11. Une de ses feuilles nageantes.
13. Une de ses feuilles submergées.

LE GENRE RENONCULE

LEÇON DE BOTANIQUE

Le sujet donné est celui-ci :

1. Analyse de la Renoncule âcre ;
2. Examen sommaire de quelques espèces de Renoncules ;
3. En déduire la notion du genre et de l'espèce.

Les élèves ont déjà reçu quelques notions d'Organographie : elles ont déjà fait l'analyse de quelques types comme la Tulipe, la Jacinthe, la Giroflée; elles savent donc de quoi se compose généralement une fleur et comment on représente son organisation par une coupe longitudinale et par un diagramme.

La leçon est supposée se donner au printemps : chaque élève a devant elle une plante entière de Renoncule âcre.

*
* *

Dans vos promenades à la campagne, vous avez certainement rencontré déjà, dans les prairies et aux bords des chemins, la plante qui fera l'objet de la leçon aujourd'hui. Vous savez peut-être qu'elle porte le nom de *Renoncule,* mais très probablement ne l'avez vous jamais regardée attentivement. C'est ce que nous allons faire en analysant toutes les parties dont elle se compose.

On a ordinairement l'habitude de ne pas se préoccuper de ce qui est dans le sol parce qu'on ne le voit pas, c'est cependant une partie importante qui est ainsi négligée; nous savons déjà qu'il ne faut pas se contenter de couper un rameau avec une ou deux feuilles; il faut déterrer la plante pour l'avoir tout entière. En se servant d'un déplantoir, on peut soulever une grosse touffe, mais on n'en distingue pas encore les parties parce que la terre est

retenue entre les organes enchevêtrés : il faut enlever cette terre et laver la souche avec soin. Voici une plante ainsi préparée. J'en ai aussi mis quelques-unes à votre disposition.

— Que reconnaissez-vous tout d'abord ?

— Des racines.

— Détachons ces racines en les coupant à leur base. Que découvrez-vous?

— Un organe plus gros, horizontal. (Fig. 1).

— Examinons en les deux bouts : L'un est déjà mort, l'autre porte des feuilles que l'on voit au-dessus du sol. Au milieu des grandes feuilles, on en voit de plus jeunes : c'est donc là que se trouve le sommet qui pousse.

En-dessous des feuilles vivantes, il y a les débris bruns de feuilles mortes; plus bas encore, en faisant bien attention, vous pouvez distinguer des cicatrices : c'est la place d'insertion de feuilles complètement disparues. Ainsi, dans les années précédentes, il y avait des feuilles au point *a* de la fig. 1, et le sommet était en ce point. L'organe horizontal que nous étudions a donc grandi par son sommet en produisant de nouvelles feuilles.

Par tous ces caractères, dites quelle est la valeur morphologique de cet organe.

— C'est une tige.

— Mais cette tige reste sous terre, elle croît horizontalement : on la désigne plus particulièrement sous le nom de *rhizome*. On la prend souvent pour une racine, mais nous avons maintenant reconnu sa véritable nature. Vous voyez aussi que c'est la partie la plus importante : elle a donné naissance aux organes qui sont au-desssus du sol (feuilles, tiges aériennes, fleurs), et aussi aux racines.

Examinons maintenant les parties aériennes de notre plante ; considérons d'abord les feuilles.

Lorsque la plante est en place, voit-on leur insertion ? A quel niveau sont elles attachées?

— Au niveau du sol.

— Les personnes qui pensent que le rhizome est une racine

disent que les feuilles sont radicales, mais c'est une expression erronée : vous ne devez pas l'employer, car vous savez que les feuilles naissent toujours sur une tige.

Détachez une feuille en la coupant à la base. Suffit-il de couper en un seul point ?

— Il faut faire tout le tour du rhizome.

— En effet, cette base est large, c'est la *gaine* (fig. 2). Quelles sont les autres parties de cette feuille?

— Le *pétiole* et le *limbe* profondément découpé, à lobes bien marqués.

— Ainsi les feuilles ont trois parties : gaîne, pétiole, limbe.

Mais nous n'avons regardé qu'une seule feuille prise tout en bas, voyons les feuilles successives d'une tige aérienne; détachez-les et placez-les, l'une à côté de l'autre, dans l'ordre de leur insertion.

Ont-elles toutes la même forme? (fig. 5).

— Elles deviennent de plus en plus simples.

— Quelles sont les parties qui sont le plus modifiées?

— C'est d'abord le pétiole qui diminue et disparaît, la gaîne devient plus petite aussi, le limbe est moins découpé et finalement il n'y a que trois languettes, même une seule.

— Ces feuilles plus petites, et de forme spéciale, se trouvent dans le voisinage des fleurs, on les appelle des *bractées*.

Ainsi donc, vous voyez qu'il y a une grande différence entre les feuilles situées tout au bas, sur le rhizome, et les bractées; les personnes non prévenues ne soupçonneraient certainement pas que ces dernières appartiennent à la Renoncule; mais en considérant successivement les feuilles d'une tige aérienne, on passe insensiblement de la feuille la plus compliquée (fig. 2) aux feuilles les plus simples (fig. 3 et 4). Il ne faut donc pas se contenter de regarder une seule feuille, il faut les regarder toutes : nous verrons qu'il en est ainsi chez beaucoup d'autres plantes.

Voyons les tiges qui sont au-dessus du sol; celles-ci, personne n'hésite à les appeler tiges, pourquoi ?

— Elles sont dressées, elles sont vertes, elles ne portent pas de racines.

— Elles diffèrent donc des rhizomes, mais elles ont des caractères communs essentiels; en connaissez vous un très important ? citez-le.

— Toutes les tiges portent des feuilles; les racines n'en produisent pas.

— Regardez une de ces tiges (fig. 5), elle est ramifiée ; par quoi est terminée chaque ramification ?

— Par une fleur.

— Remarquez que toutes les fleurs ne sont pas de même âge : les unes sont déjà fanées, d'autres sont épanouies, d'autres ne sont pas encore ouvertes : Nous profiterons de celà pour étudier les organes floraux à divers moments de leur développement.

Détachez d'abord une fleur bien épanouie ; nous allons en faire l'analyse. Regardez-la bien par en-dessous, que voyez-vous ?

— Une première enveloppe florale.

— Comptez-en les parties.

— Il y en a cinq.

— C'est un *calice* composé de cinq *sépales*. Est-ce que ces sépales sont libres ?

— Oui.

— Pour vous en assurer, détachez-les, l'un après l'autre. Vous verrez que chacun d'eux est bien distinct de son voisin.

— Examinez la deuxième enveloppe florale; en suivant le même procédé, que pouvez vous constater?

— La *corolle* est formée de cinq pétales libres.

— Considérez maintenant un pétale isolément; désignez-en les parties.

— Une base, un sommet, une face supérieure, une face inférieure.

— A la face supérieure et à la base de ce pétale, ne remarquez vous rien de particulier?

— Une languette.

— Et derrière cette languette?

— C'est humide !

— Il y a là une glande qui sécrète un liquide sucré appelé

nectar. Je suis sûre que vous n'avez jamais remarqué cette glande nectarifère, et cependant vous avez fait souvent des bouquets de Renoncules. Vous voyez que l'on peut faire des observations nouvelles sur les objets qui paraissent les plus vulgaires.

Considérons les *étamines.*

— Elles sont très nombreuses.

— Et le *pistil?*

— Il est constitué de nombreux *carpelles* bien séparés les uns des autres, comprenant chacun un *ovaire.*

— Vous pouvez reconnaître ce qui surmonte chaque ovaire.

— Un *stigmate.*

— Y a-t-il un *style?*

— Non.

— Le style peut manquer. Chaque ovaire a une loge et contient un *ovule*, mais il ne faut pas vouloir le reconnaître dans la fleur ; nous observerons tantôt un fruit, les carpelles y seront arrivés à complet développement.

Après avoir considéré les parties d'une fleur les unes après les autres, examinons maintenant leur situation réciproque.

Pour bien comprendre ce qui suit, faisons appel à ce que nous savons de la Tulipe : les trois pièces externes du périanthe de la Tulipe se touchent bord à bord (1) ; la même disposition est réalisée par les trois pièces internes du périanthe.

Il y a ainsi deux cercles concentriques qu'on appelle *verticilles.* Voyons si nous pouvons dire la même chose de la Renoncule. Pour cela détachez un bouton. Est-ce que les sépales se touchent bord à bord ?

— Non, ils se couvrent en partie les uns les autres.

— Combien y a-t-il de sépales dont les deux bords sont visibles à l'extérieur ?

— Il y en a deux.

(1) On peut dire, en montrant un diagramme de Tulipe: « ce bord-ci touche à celui-là, celui-ci à celui-là, et ainsi de suite. »

— Combien y a-t-il de sépales dont les deux bords ne sont pas visibles à l'extérieur ?

— Il y en a deux également.

— Il reste un sépale, quelle est sa position ?

— Il a un bord visible à l'extérieur, l'autre caché à l'intérieur du bouton.

— Cherchons maintenant si les pétales offrent une disposition analogue ; regardez une fleur épanouie.

— Il y a deux pétales à l'extérieur, deux pétales à l'intérieur, et un pétale dont un bord est à l'extérieur, l'autre à l'intérieur ; la disposition des pétales est donc analogue à celle des sépales.

— Il faut encore chercher quelle situation les pétales occupent par rapport aux sépales. Les pétales sont-ils situés en face des sépales ?

— Non, les pétales alternent avec les sépales.

— Nous possédons maintenant les données suffisantes pour tracer le diagramme de la fleur (fig. 6). Réunissons les sépales par des pointillés, qu'obtenons-nous?

— Une spirale.

— Les pétales sont ainsi disposés en une spirale qui continue la première ; la disposition des étamines et des carpelles est moins apparente, mais les savants ont pu constater que tous ces organes sont rangés en spirale (fig. 6). Les organes floraux de la Renoncule sont donc *spiralés*, tandis que ceux de la Tulipe sont *verticillés*.

Pourriez-vous rappeler quelle est l'importance du dessin qui représente le diagramme d'une fleur?

— C'est un véritable plan; il nous indique fidèlement le nombre et la position des organes floraux.

— Vous comprenez donc qu'il faut vous habituer à lire les diagrammes et à savoir les tracer vous-mêmes.

Quel autre dessin très utile de la fleur devons-nous encore faire?

— Le dessin de la coupe longitudinale (fig. 7).

— Quelle-en est l'importance?

— Il montre que tous les organes floraux sont insérés sur une

partie conique, le *réceptacle,* qui semble continuer le pédoncule au centre de la fleur; on y remarque aussi que l'ovaire est *supère*, expression qui signifie que les étamines sont insérées en-dessous des carpelles.

— Ici nous devrions dire que *les* ovaires sont supères, puisque les carpelles sont nombreux et distincts les uns des autres.

Examinons le fruit qui est le pistil fécondé et ayant atteint son complet développement. Que pouvez-vous constater?

— Chaque carpelle a une seule loge contenant une seule graine. Arrivé à maturité, il est sec et ne s'ouvre pas : c'est un *akène.*

— Le fruit est donc composé de plusieurs akènes qui finalement se détachent du réceptacle et sont disséminés. Il ne faut pas confondre les akènes avec des graines, pourquoi?

— Parce qu'un akène est formé d'une graine contenue dans une loge formée par le carpelle.

— Il ne faut pas non plus commettre l'erreur inverse et considérer un seul akène de Renoncule comme étant un fruit. Pourquoi?

— Parce qu'un *fruit* est l'ensemble des carpelles qui proviennent d'une seule fleur.

— Pour compléter notre étude, disons ce que devient la plante à la fin de l'été : les parties qui sont au-dessus du sol meurent, mais la partie souterraine reste vivante; elle est d'ailleurs bien placée à l'abri des intempéries. Le rhizome est garni de bourgeons; il contient des matières nutritives qui s'y sont accumulées pendant l'été précédent. Notre plante est donc *vivace;* au printemps prochain, les bourgeons du rhizome donneront naissance à des feuilles, à des tiges aériennes; de nouvelles racines se formeront également. Pendant l'été les feuilles élaboreront une nouvelle quantité de réserves qui seront accumulées dans une portion du rhizome. Celui-ci grandit par le sommet et meurt par sa base : il se déplace ainsi et abandonne insensiblement la portion du sol qu'il occupait pendant les années précédentes. Il en résulte que les nouvelles racines croissent toujours dans un sol nouveau qui n'est pas épuisé par l'absorption des racines des années précédentes.

*
* *

La plante que nous venons d'analyser est la *Renoncule âcre.* Il y a d'autres espèces de Renoncules ; cela vous étonne peut-être, parce que, en faisant des bouquets de fleurs de Renoncule, vous n'avez jamais remarqué de différences entre elles. Pour trouver des différences, il faut regarder attentivement les organes végétatifs. Voici une plante entière d'une Renoncule commune dans les pelouses humides. Ne vous rappelle-t-elle pas une autre plante bien connue, cultivée dans nos potagers ?

— Le Fraisier.

— Pouvez-vous désigner les diverses sortes de tiges que cette plante possède ?

— Il y a un *rhizome*, des *tiges florifères*, des *stolons* (fig. 9).

— Rappelez quelle particularité présentent les bourgeons d'un stolon.

— Ils peuvent prendre racines et constituer une nouvelle plante.

— Quelle est donc la fonction du stolon ?

— Le stolon est un organe de propagation.

— Les stolons sont des tiges rampantes et on a appelé la plante dont nous venons de parler : *Renoncule rampante.* Considérez attentivement et successivement les feuilles, les tiges florifères, les fleurs et les fruits de la Renoncule rampante, et voyez s'ils diffèrent des mêmes organes respectifs de la Renoncule âcre.

— Il n'y a pas de différences bien appréciables.

— En quoi diffèrent donc ces deux plantes ?

— La Renoncule rampante a un rhizome court et des stolons ; la Renoncule âcre a un rhizome long ; elle n'a pas de stolons.

— On peut encore trouver une Renoncule comme celle-ci (fig. 10). Que présente-t-elle de particulier ?

— La base de la tige aérienne est renflée en *tubercule.*

— Les anciens ont cru que c'était un bulbe et on a appelé cette espèce : *Renoncule bulbeuse.*

Ces trois espèces de Renoncules, et d'autres encore, croissent dans les champs, ou au bord des chemins. D'autres espèces vivent dans les fossés et les mares. Voyez celle-ci.

— Ses feuilles sont entières : le limbe n'est presque pas découpe, mais il est long et un peu denté (fig. 12).

— C'est la *Renoncule flammette* que l'on trouve dans les endroits marécageux.

Il y a même des Renoncules qui vivent complètement submergées; vous avez peut-être vu déjà de longues tiges de trois ou quatre mètres, dans l'Ourthe et dans d'autres rivières : elles appartiennent à la *Renoncule flottante*; leurs feuilles ont un limbe profondément modifié (fig. 13), le parenchyme est réduit à une mince couche autour des nervures.

Les fleurs sont portées à la surface de l'eau : elles sont blanches, mais elles ont tous les caractères des fleurs de Renoncules. Vous pouvez compter les parties et comparer; du reste nous avons déjà vu que la couleur est un caractère tout à fait accessoire.

Vous serez encore plus étonnées en considérant une autre espèce qui s'appelle *Renoncule aquatique* (fig. 14); elle a deux sortes de feuilles : les unes sont submergées comme celles de la Renoncule flottante, les autres, étalées à la surface de l'eau, sont à peine lobées.

Il existe en Belgique une vingtaine d'espèces de Renoncules; il y en a deux cents environ à la surface du globe, mais nous nous bornerons à l'examen des espèces que nous venons d'étudier : ce sont du reste les plus connues, parce qu'elles offrent des caractères distinctifs assez marqués.

Nous allons maintenant chercher ensemble les caractères communs à toutes les Renoncules dont nous avons parlé aujourd'hui. Quels organes devons nous considérer pour trouver des ressemblances?

— Les fleurs et les fruits.

— Enumérez les caractères des fleurs et des fruits.

— *Calice* : cinq sépales libres, c'est-à-dire indépendants les uns des autres.

Corolle : cinq pétales libres portant à la face supérieure, près de leur base, une glande nectarifère.

Etamines : très nombreuses, libres, insérées directement sur le réceptacle.

Pistil : nombreux carpelles, libres, formant une tête arrondie au centre de la fleur; ovaires supères.

Fruit : agglomération d'akènes, c'est-à-dire de petits carpelles secs ne contenant chacun qu'une graine.

* * *

Toutes les Renoncules présentent ces mêmes caractères : elles constituent ensemble le *genre Renoncule*. Bien qu'elles aient toujours la même constitution, les fleurs de Renoncule n'ont pas toujours la même apparence. Dans certaines espèces, les fleurs sont plus petites, dans d'autres plus grandes; dans quelques unes les sépales sont jaunâtres et non pas verts comme d'ordinaire ; dans plusieurs espèces aussi les pétales ne sont pas jaunes, mais blancs, ainsi que nous l'avons constaté chez la Renoncule flottante : Nous savons déjà que les différences de grandeur et de couleur sont peu importantes au point de vue botanique : nous reconnaîtrons toujours facilement une fleur de Renoncule quelle que soit son apparence.

Recherchons maintenant les différences qui distinguent les *diverses espèces* de Renoncules entre elles. Quels sont les organes que nous devons considérer ?

— Les organes végétatifs.

— Enoncez les caractères de ces organes, dans les espèces que vous connaissez.

— *Renoncule âcre :* Un rhizome horizontal; des tiges aériennes florifères ; feuilles découpées, poilues.

Renoncule rampante : rhizome très court ; des stolons.

Renoncule bulbeuse : un tubercule.

Renoncule flammette : feuilles entières, lancéolées, dentées, non poilues.

Renoncule flottante : plante complètement submergée, feuilles dont le limbe semble n'être formé que de nervures.

Renoncule aquatique : plante partiellement submergée ; deux sortes de feuilles : les unes sous l'eau ressemblant à celles de la précédente; les autres, nageantes, à limbe entier, à peine lobé.

On remarque que les organes végétatifs, les feuilles surtout, ont une forme en rapport avec le milieu dans lequel elles vivent. Elles sont *adaptées* au milieu, tandis que les fleurs et les fruits conservent toujours les mêmes caractères : le changement de milieu ne produit pas sur eux de modification appréciable.

Les espèces que nous venons de passer en revue se distinguent facilement parce que leurs organes végétatifs présentent des particularités bien visibles. Malheureusement, il y a d'autres espèces qui diffèrent très peu les unes des autres et qu'il est très malaisé de reconnaître. Les botanistes eux-mêmes ne sont pas d'accord sur le nombre des espèces de Renoncules existant dans notre pays. D'ailleurs la même incertitude existe pour beaucoup d'autres genres. C'est vous dire que nous n'avons pas à nous préoccuper de la question des espèces; laissons celà aux amateurs et aux botanistes de profession.

S'il en est ainsi, vous comprendrez l'importance considérable de la notion du *genre*. Lorsque nous ne pourrons pas déterminer exactement les espèces (et celà arrivera très souvent), nous nous contenterons du nom du genre : nous dirons, c'est un Peuplier, c'est un Saule, c'est une Ronce, une Potentille, une Menthe, etc... Nous nous appliquerons donc à connaître les noms génériques, bien plus qu'à retenir les noms spécifiques (1).

(1) " Un homme dont les yeux et l'intelligence s'ouvriraient subitement, a dit A. de Candolle, remarquerait dans le règne végétal certains groupes supérieurs que nous appelons genres, avant de discerner les espèces ". Les anciens ne dénommaient guère que les genres : Froment, Seigle, Avoine, Dattier, Chêne, Rosier... Les noms génériques suffisent également à toutes les personnes qui ne s'adonnent pas spécialement à la Botanique. Les amateurs s'attachent à connaître et à collectionner les espèces. Le cultivateur, l'horticulteur recherchent les meilleures variétés et races. L'enseignement a donné une part prépondérante aux familles.

Il est a remarquer aussi que les savants ont réussi à délimiter les genres, avant de parvenir à caractériser nettement les espèces et les familles. A Tournefort revient le mérite d'avoir, dès 1700, constitué les genres dans leur forme actuelle; à Linné celui d'avoir en 1753, précisé les espèces; à A. L. de Jussieu en 1789 celui d'avoir trouvé les caractères des familles végétales.

Au point de vue pédagogique, l'étude des genres devrait précéder celle des espèces et des familles : tout le monde doit distinguer le Chêne, la Renoncule, le Rosier, mais tout le monde ne peut connaître toutes les espèces de Chênes, de Renoncules, de Rosiers, ni s'élever à la connaissance générale des Cupulifères, des Renonculacées et des Rosacées. (*v. Méthodologie de la Botanique*, par J. Goffart et A Gravis, p. 363).

Afin de vous habituer à préciser les caractères du genre et ceux de l'espèce, nous allons immédiatement en faire l'application au genre *Allium*. Il est caractérisé par son inflorescence en ombelle, complètement enveloppée, avant la floraison, par une grande bractée. Les fleurs ont à peu près les mêmes caractères que celles de la Tulipe :

Fleurs régulières.

Périanthe : six pièces libres en deux verticilles.

Androcée : six étamines libres.

Pistil : ovaire supère, à trois loges.

Fruit : capsule à trois loges.

Ces caractères se retrouvent dans toutes les espèces du genre *Allium*. Les principales espèces sont :

L'ail des ours : feuilles ayant une gaîne close, un limbe large et plat.

Le Poireau : limbe long et étroit, plié au milieu.

L'Ail des vignes : limbe bombé à la face dorsale : sa section transversale est une demi-circonférence.

L'oignon de cuisine : limbe en forme de fuseau ; sa section transversale est une circonférence.

— Quels sont les organes qui ont fourni les caractères génériques ?

— Les organes de floraison et de fructification.

— Quels sont les organes qui ont fourni les caractères spécifiques?

— Les organes végétatifs.

*
* *

Maintenant que la leçon est terminée, il est bon de fixer les idées principales, c'est pourquoi vous allez en faire un résumé auquel je vous laisserai travailler pendant cinq minutes.

Résumé. — Cette leçon comprend trois parties. Dans la première, nous avons *analysé* la Renoncule âcre : nous avons successivement passé en revue les organes végétatifs (rhizome, racines, feuilles, tiges florifères), puis nous avons examiné les fleurs et les fruits.

Dans la deuxième partie de la leçon, nous avons *comparé* à la Renoncule âcre diverses espèces choisies de Renoncules, en cherchant les ressemblances et les différences qui existent entre ces plantes et la première analysée. Nous avons appris que certaines espèces se distinguent facilement par leurs organes végétatifs, mais qu'il existe aussi d'autres espèces qui diffèrent peu les unes des autres et qu'il est difficile de déterminer exactement.

Dans la *synthèse* qui forme la troisième partie, nous avons donc acquis la notion du *genre* et de l'*espèce:* les caractères génériques sont fournis par les organes floraux et les organes fructifères; les caractères spécifiques sont tirés des organes végétatifs.

Mlle E. FRITSCHÉ.

L'EMPLOI
DE LA
PHOTOGRAPHIE
EN
SCIENCES BOTANIQUES

PAR

H. LONAY

CHARGÉ DE COURS A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE



BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

—

1914

L'EMPLOI

DE

LA PHOTOGRAPHIE

EN

SCIENCES BOTANIQUES (1)

La photographie, qui, à ses débuts, semblait devoir faire la fortune des spécialistes qui s'y adonnaient, est devenue aujourd'hui un véritable art, pour lequel se passionnent surtout des amateurs. Mais c'est un art qui, dans sa marche évolutive, présente un caractère très curieux. Tandis que pour la généralité des arts, des sciences et des industries, ce sont les professionnels qui contribuent presque uniquement à leur perfectionnement, il en va tout autrement pour la photographie.

« L'amateur n'est plus fraction négligeable, il a du reste pour réussir bien des avantages. Le plus souvent, son budget spécial est bien fourni, et il ne se refuse pas l'appareil presque toujours coûteux qui lui paraît nécessaire dans tel ou tel cas. Il a généralement des loisirs, et il saura attendre pendant des heures, ou même quelquefois des jours, que l'effet qu'il cherche se réalise. Le praticien, l'industriel ne peuvent évidemment

---

(1) Extrait des *Actes du XIIIe Congrès international de botanique*. Bruxelles, 1910.

opérer ainsi ; il leur est, de plus, difficile de se livrer à des études, à des recherches originales.

» L'amateur peut, au contraire, aborder ces travaux s'il a soif de nouveau et de progrès. A ce point de vue, son influence peut être très grande et leurs découvertes seront utiles, non seulement pour leurs collègues, mais aussi pour les praticiens.

» Ces derniers sont, un peu par la force des choses, tant soit peu rétifs aux divers progrès qui les obligent à modifier leur matériel ou leur manière de faire. »

Voilà ce qu'écrivait, déjà en 1899, M. Albert Londe [1], et combien ces constatations sont encore d'actualité! De nombreuses sociétés de photographes, comprenant des professionnels et des amateurs, existent dans le monde civilisé. Elles organisent des expositions ou des soirées de projections lumineuses des œuvres de leurs membres, et presque toujours ce sont des amateurs qui apportent les meilleurs documents. C'est que beaucoup de ces amateurs sont des hommes de science qui, à côté de leurs études ordinaires, s'adonnent également à des recherches dans le domaine de la photographie. Ils parviennent ainsi à s'habituer à obtenir ces résultats merveilleux, des épreuves parfaites, à ne pas se contenter d'œuvres médiocres ou même assez bonnes. Mais les photographes de cette catégorie sont, en somme, encore l'exception.

Combien n'en voit-on pas, même parmi les hommes de laboratoire qui, armés des procédés et des appareils les plus perfectionnés, n'arrivent pas à fournir des documents d'une netteté et d'une tonalité irréprochables! Certes, on peut invoquer à leur décharge bien des motifs d'insuccès de la part des éléments si multiples qui entrent en ligne de compte dans l'obtention des images photographiques, et notre indulgence est tout acquise aux photographes opérant au grand air, à l'occasion de voyages ou de courses, où le temps et l'époque strictement limités ne sauraient fournir que des conditions problématiquement favorables.

---

[1] Albert Londe, L'évolution de la photographie. (*Revue scientifique*, 6 avril 1889, p. 424.)

Mais il n'en est plus de même quand on considère les photographes travaillant dans leur cabinet, maîtres des conditions dans lesquelles ils opèrent, pouvant choisir l'heure, l'éclairage et les poses les plus convenables.

Ceux-ci ne pourraient, ce me semble, être trop exigeants.

Cela est toujours vrai dans les applications de la photographie aux recherches scientifiques et, dans cet ordre d'idées, il y a lieu, à mon sentiment, de mettre un frein aux tendances actuelles.

Dans les sciences d'observation où il s'agit d'étudier la marche d'instruments délicats pour lesquels on ne peut employer les procédés ordinaires de la méthode graphique, la photographie sera évidemment d'une grande utilité. En médecine, cet art a pris aussi un développement considérable et c'est, peut-on dire, le Professeur Charcot père qui en a introduit l'usage régulier dans cette science, bien qu'il eût reconnu lui-même que la photographie ne peut remplacer l'observation du médecin.

Cette dernière proposition est de la plus haute importance; elle s'applique à la généralité des sciences biologiques, et c'est elle qui constitue le point autour duquel se meut la thèse que je soutiens ici.

En nous limitant à la botanique, nous assistons également aujourd'hui à un développement exagéré de l'emploi de la photographie. A tous propos, ses procédés sont mis en œuvre. Tant qu'il ne s'agit que de la reproduction de dessins faits au préalable à la main, d'après nature, on ne saurait trop recommander l'emploi judicieux de la photographie : elle remplace avantageusement la gravure sur cuivre ou sur bois; elle est beaucoup plus rapide, peut-être plus fidèle et, en tous cas, plus économique. Mais, à cette époque de publication intense, on veut aller plus vite; les objets à observer ou plutôt à décrire sont photographiés directement, et le lecteur est mis en présence d'une épreuve photographique plus ou moins complète qu'il est dans l'impossibilité d'interpréter.

En effet, celle-ci, si bien faite soit-elle, reproduite aussi bien que possible dans les livres par des procédés de photogravure

ou d'héliogravure, ne parvient jamais à rendre clairement les particularités sur lesquelles l'observation doit porter plus spécialement. Cela provient de plusieurs causes, mais surtout de ce que l'image fournie par le microscope ne reproduit qu'un plan pour ainsi dire théorique de la coupe ou de l'objet qui lui est soumis. Par conséquent, la photographie obtenue par un appareil microphotographique quelconque n'enregistrera que les détails inhérents à ce plan; bien d'autres détails, perceptibles à l'observation oculaire aidée de la vis micrométrique et intéressant d'autres plans échapperont au document ainsi obtenu. Ces autres détails, on le sait, sont cependant souvent indispensables pour établir les caractères propres à distinguer l'objet dont on fait l'étude. D'autre part, parmi les détails enregistrés, il en est une foule souvent qui sont dénués d'intérêt ou même gênants pour l'interprétation.

Il résulte de là que, presque toujours, les épreuves microphotographiques constituent des documents de valeur très médiocre au point de vue de l'observation scientifique, ajouté à cela que, « pour réussir, il faudrait s'occuper exclusivement de photographie microscopique : bien d'autres travaux réclament le botaniste ! » (1)

Comme preuve de ce que j'avance, je pourrais signaler de nombreux travaux présentant des reproductions microphotographiques de coupes; mais on conçoit que le souci d'éviter les personnalités me commande de ne pas insister.

Les considérations qui précèdent s'appliquent tout aussi bien à l'emploi des procédés ordinaires de la photographie dans l'étude macroscopique des matériaux de nature végétale.

J'ai passé en revue de nombreuses publications européennes et américaines. Ces dernières sont, en général, luxueusement éditées, foisonnent de planches obtenues par des procédés photographiques. Telles de ces planches prétendent représenter des semences (fruits ou graines) appartenant à diverses familles

---

(1) J. Chalon, *Notes de botanique expérimentale*, 2e édition, p. 23.

végétales, telles autres, diverses races de pommes de terre ou de fruits que l'on reconnaît être des pêches... quand on a lu la légende; d'autres encore figurent des germinations dans des pots, des plantes ou parties de plantes malades, etc.

Dans l'immense majorité des cas, il est bien difficile, pour ne pas dire impossible, de retrouver dans ces images les caractères ou les détails énoncés dans les textes. Il n'est pas possible de différencier les diverses races de pêches ou de pommes de terre, par exemple. C'est vainement que l'on recherche dans les semences reproduites les détails caractéristiques qui existent à leur surface. Certaines parties malades de plantes pourraient tout aussi bien sembler envahies par des lichens. En un mot, ce que l'on a devant soi, ce sont plutôt des silhouettes et souvent même des silhouettes mal faites.

Il est superflu de m'appesantir sur l'influence fâcheuse de ces procédés d'illustration sur la diffusion des connaissances scientifiques. De nos jours, il devient de plus en plus difficile de lire toutes les publications scientifiques qui voient le jour aux quatre coins du monde; cela se vérifie surtout lorsqu'il faut s'astreindre à un travail de traduction. Quand des mémoires quelconques et, à plus forte raison, ceux écrits en langue étrangère, sont accompagnés de figures bien dessinées, on s'en assimile aisément le contenu. Souvent même la simple lecture des figures suffit dans ce but, et cela constitue une énorme économie de temps. Mais il devient fastidieux et en tout cas pénible de prendre connaissance de travaux plus ou moins longs lorsqu'ils sont mal éclairés par des figures peu explicites. Aussi arrive-t-il même souvent que l'on recule devant une telle nécessité.

Des œuvres semblables sont généralement vouées à l'oubli, à moins qu'elles n'aient fait l'objet, de la part d'un lecteur patient et bénévole, d'une analyse insérée dans l'une ou l'autre de ces revues bibliographiques qui sont d'un si grand secours pour les chercheurs consciencieux. Malgré cela, combien n'y a-t-il pas de ces travaux qui sont à peu près perdus pour la science?

Tel est le côté objectif de la question. Mais au point de vue

subjectif, on ne saurait trop déplorer non plus les conséquences des méthodes d'investigation basées sur l'emploi excessif de la photographie pour les recherches de botanique.

On sait les effets heureux qu'entraîna à sa suite la découverte du microscope. Sachs, dans son *Histoire de la botanique*, a magistralement développé cette thèse.

Qu'il me soit permis de transcrire quelques passages de ce livre :

« La faculté de voir et d'observer est un art qui demande à être cultivé; pour pouvoir signaler avec exactitude les faits, pour les coordonner ou établir les différences qui les distinguent, pour que la volonté puisse agir efficacement, toutes les forces de l'observateur doivent tendre vers un but déterminé. Jusque vers le milieu du XVIIe siècle, cet art de l'observation ne s'était guère développé...

» ... Ceux qui s'en servaient (du microscope) apprirent... à appliquer aux objets de leurs études une méthode d'observation scientifique et minutieuse...; ce qu'on voyait... ne constituait qu'une petite partie de l'objet même. La réflexion, la pensée volontaire et consciente devaient s'unir au travail des nerfs optiques afin de permettre à l'observateur d'acquérir des idées nettes à l'égard des rapports qui unissent entre elles les différentes parties de l'objet examiné d'une manière fragmentaire. Grâce à l'usage du microscope, l'œil devint un instrument scientifique... et ses fonctions ne se bornèrent plus à effleurer les objets... L'observation, tant qu'elle s'est effectuée sans le secours du microscope, a permis aux yeux d'errer çà et là sur les objets examinés et de troubler par là l'attention de l'observateur [1]. »

Ailleurs, Sachs dit en substance que ce ne sont pas les perfectionnements apportés dans la construction des microscopes qui ont surtout déterminé les progrès de l'anatomie végétale en particulier; c'est plutôt la manière, l'habileté de s'en servir.

---

[1] Sachs, *Histoire de la botanique*, traduction de Varigny, p. 228.

Mais un point sur lequel le savant auteur allemand insiste particulièrement et qui, comme il le pense très judicieusement, a contribué avant tout à pousser les travaux d'anatomie végétale dans la voie du progrès, c'est la nécessité qui s'est imposée aux phytotomistes de dessiner eux-mêmes les préparations qu'ils observaient au microscope. Transcrivons encore ce qu'il en dit :

« Cependant, de cette époque même date l'apparition d'une singulière erreur : les botanistes dont nous parlons crurent pouvoir se procurer des figures exactes et plus parfaites en remettant le soin de leur exécution à des mains étrangères ; ils pensaient se débarrasser ainsi de toute opinion préconçue et éviter toute erreur.

» Parmi les anatomistes ... un grand nombre imitèrent l'exemple de Leeuwenhoek et eurent des dessinateurs payés.

» Un dessin qui représente un objet de dimensions microscopiques, comme toute figure scientifique d'ailleurs, ne peut avoir la prétention de remplacer l'objet lui-même ; il doit se borner à rendre avec toute la netteté possible les particularités notées par l'observateur et compléter la description telle qu'elle est contenue dans le texte. L'image sera d'autant plus parfaite que l'œil de l'observateur sera plus exercé : l'intelligence qui saisit les rapports entre les formes viendra en aide au talent du dessinateur.

» Le lecteur doit considérer la figure comme le résultat des réflexions et des remarques de l'observateur ; c'est à ce prix seulement que l'un et l'autre arriveront à se comprendre réciproquement... Celui qui exécute le dessin d'un objet de dimensions microscopiques se trouve dans la nécessité d'accorder une attention spéciale à certains points, à certaines lignes, de déterminer les rapports qui les unissent... L'usage constant du microscope permet seul au naturaliste de perfectionner le don de l'observation et d'en tirer parti au point de vue de la science ; de même, ce n'est qu'en dessinant avec soin les objets examinés que le botaniste parvient à exercer son attention et à la maintenir dans un état d'activité perpétuelle, et cet avantage

échappe au botaniste qui s'en remet à un autre du soin d'exécuter ses figures. On doit à Mohl des figures qui représentent des objets microscopiques et qui indiquent nettement les opinions de l'auteur. Mohl ne se borne pas à copier les objets qu'il examine : il les étudie, il les pénètre pour ainsi dire jusque dans leur essence, et s'efforce avant tout, en les reproduisant par la gravure, de les interpréter (1). »

Ainsi donc, de l'avis de Sachs, avis partagé par tous ceux qui sont réellement compétents en la matière, les coupes microscopiques sont comme un monde dans lequel l'œil de l'anatomiste évolue ainsi que le ferait un voyageur dans un pays quelconque, et où il ne relève que les détails qui l'intéressent spécialement; il en fera un dessin qui, sans être schématique, n'en sera pas moins interprétatif. C'est là la grande importance du dessin résultant de l'observation microscopique : c'est d'obliger, en quelque sorte, l'observateur à porter son attention sur la coupe, non pas d'une façon quelconque ni avec des idées préconçues, mais de manière à discerner les faits les plus propres à établir sa conviction.

Dans nos laboratoires de la candidature en sciences naturelles, il est frappant de voir s'exercer le discernement des étudiants. Au bout de quelques séances, on distingue ceux — c'est toujours le petit nombre — qui se font une saine idée des choses qu'ils observent de ceux qui ne parviennent pas à se dépêtrer du fouillis des détails qui se présentent à leurs yeux dans les préparations microscopiques. Ces derniers s'évertuent laborieusement et péniblement à enregistrer dans leurs dessins les minuties les plus infimes qui contribuent plutôt à oblitérer leur entendement. Ce sont de vraies machines à dessiner obsédées par l'aspect des choses, mais ne cherchant pas à en démêler la nature, à en saisir l'importance relative. Aussi arrivent-ils à de piètres résultats. C'est que l'esprit d'observation n'arrive guère à se développer chez eux ; ils ne cultivent pas la faculté de voir et d'observer.

D'après ce qui précède, on peut constater que Sachs consi-

(1) Sachs, *loc. cit.*, pp. 268-270.

dère, à bon droit, comme un progrès, le fait que les phytotomistes ne s'en remettent pas à d'autres du soin d'exécuter des dessins. Nous n'amplifierons pas cette idée. Mais on admettra sans peine que la substitution de la photographie aux dessins faits à la main par l'observateur lui-même constitue un recul, puisqu'elle nous reporte au temps où l'auteur n'interprétait pas ce qu'il voyait par des dessins exécutés par lui-même à la main.

Évidemment, les considérations qui précèdent ne s'appliquent pas aux documents photographiques employés dans les travaux de phytogéographie et de paléontologie végétale. De tels documents, représentant des aspects de la végétation d'un pays ou constituant des reproductions d'empreintes végétales, fixent d'une manière fidèle et indiscutable les éléments sur lesquels on doit établir l'argumentation dans les études de ce genre. De plus, ils peuvent perpétuer le souvenir d'aspects destinés à se modifier quelque jour ou de spécimens uniques ou rares et qui, en tout état de cause, ne présentent pas la perspective de pouvoir se renouveler par le jeu des forces naturelles. Ils constituent par conséquent des contributions précieuses aux archives de la nature.

Je conclus donc en formant le vœu suivant :

« Considérant que l'emploi exagéré de la photographie dans les diverses branches de la botanique constitue un véritable recul dans les méthodes d'investigation, attendu que cet emploi est de nature à porter un sérieux obstacle à la diffusion des connaissances acquises, il est désirable que les botanistes, en général, abandonnent les procédés de reproduction directe des objets par la photographie, sinon entièrement, du moins en partie, pour en revenir d'une façon plus exclusive aux dessins faits à la main par les observateurs eux-mêmes, suivant les idées émises par Sachs dans son *Histoire de la botanique.*

H. Lonay.

* * *

A l'appui de la thèse soutenue dans l'article précédent, il me sera sans doute permis de reproduire ici deux illustrations extraites d'ouvrages récents : elles sont rigoureusement conformes aux originales.

La première représente, semble-t-il, des échantillons de Mousses séchées en herbier. Détrompons-nous : il s'agit d'un Sagina nouveau! Le texte indique minutieusement les caractères de cette plante, mais aucun de ces caractères n'est visible dans l'épreuve photographique. De quelle utilité alors est-elle pour le lecteur? Il est bien certain que des dessins convenablement amplifiés, montrant les caractères de la plante nouvelle et, comparativement, les caractères des espèces voisines, seraient autrement démonstratifs.

En présence de la deuxième illustration, on restera sans doute longtemps perplexe. L'auteur a voulu montrer que, lors de la germination du Haricot, il se forme successivement deux cotylédons elliptiques, deux feuilles primordiales cordées et, finalement, des feuilles trifoliolées. Il paraît difficile d'admettre que la démonstration soit suffisante! L'auteur s'est borné à prendre une vue instantanée en braquant son appareil photographique de haut en bas, de telle façon que les aspérités du sol sont bien plus apparentes que la position et la forme des appendices foliaires.

Si l'on s'était donné la peine de déterrer la jeune plante et de la dessiner de profil dans une position convenable, on aurait obtenu un croquis semblable à celui qui se trouve dans la *Méthodologie de la botanique* et qui est reproduit ici à titre de comparaison.

Quand il examine une photographie au point de vue artistique, le public commet souvent une double erreur. Il considère l'imitation stricte comme le but même de l'Art, tandis qu'elle n'est qu'un moyen en vue de fins supérieures ; il croit la photographie capable d'une imitation fidèle, c'est-à-dire capable de traduire la nature colorée en valeurs exactes dans une image noire sur fond blanc (1).

De même, au point de vue scientifique, bien des personnes commettent deux erreurs analogues. Elles pensent que le dessin scientifique doit reproduire tous les détails indistincte-

---

(1) D'après C. Puyo, La photographie pictoriale. (*Bulletin de l'Association belge de photographie,* juillet 1910.)

ment avec la plus scrupuleuse exactitude, alors qu'il doit mettre en évidence ce qui est caractéristique. Elles croient, en outre, que la photographie est le procédé le plus convenable pour reproduire fidèlement toutes choses, alors qu'elle ne reproduit que l'un des aspects, l'une des apparences qui n'est pas toujours la plus conforme à la réalité.

Le dessin exécuté par la main d'un homme de science possède le grand avantage d'être *explicatif*. C'est une représentation interprétée par celui qui est le mieux à même de faire ce travail indispensable d'interprétation, par celui qui, ayant l'objet devant lui, en a fait le sujet d'un examen attentif, d'une étude comparative et de longues réflexions.

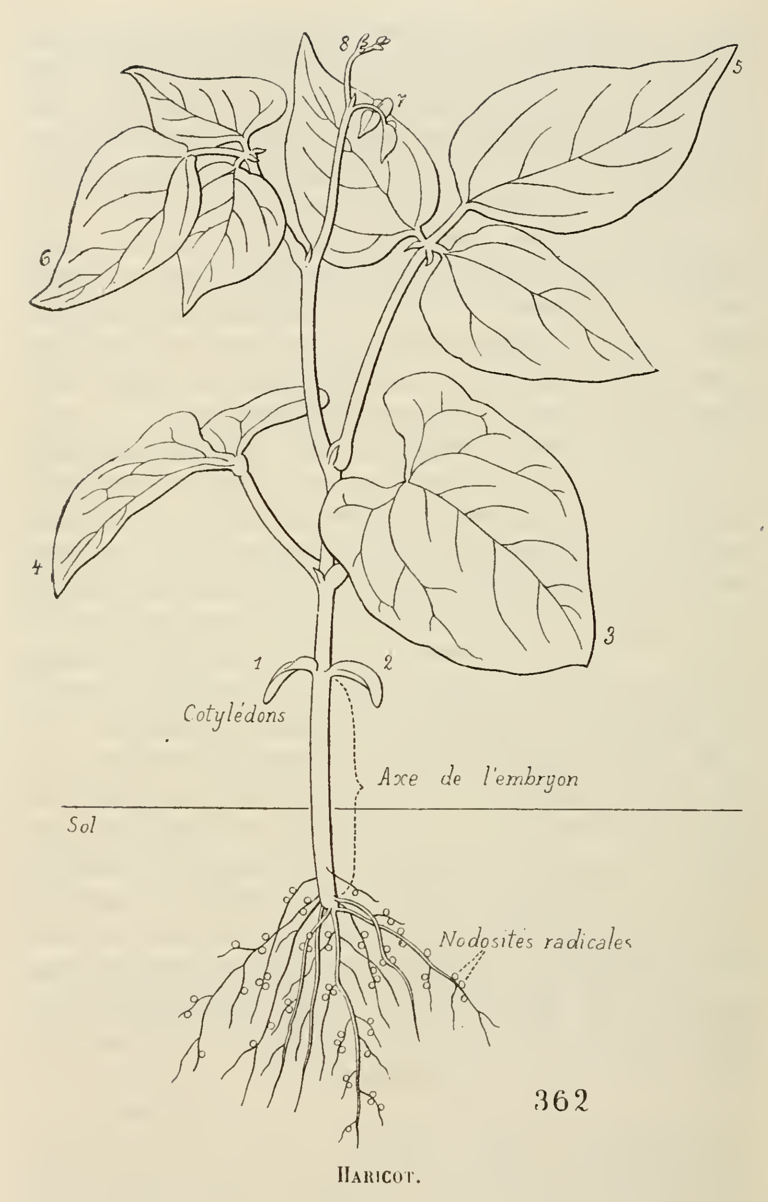
S'il est vrai que « dessiner est tout à la fois un procédé d'investigation et un mode d'énonciation [1] », il est fort à craindre qu'en perdant l'habitude de dessiner le botaniste perde aussi les précieuses qualités d'observation qu'il a acquises par la pratique du dessin. En recourant trop souvent à l'objectif de son appareil photographique, il négligera fatalement la pratique d'un art qui, selon J. Sachs, a été l'un des facteurs les plus efficaces des progrès réalisés dans les études morphologiques. Là est le danger qu'il convient de signaler.

Au point de vue pédagogique, les considérations qui précèdent nous conduisent à une conclusion qui n'est pas dépourvue d'importance. Aux débutants, aux élèves des écoles primaires, des écoles moyennes, des athénées et des collèges, il importe d'inculquer la pratique du dessin et l'habitude d'examiner attentivement les croquis faits par d'autres. Aussi est-il nécessaire de reproduire, dans les ouvrages classiques de sciences, de bons dessins et des schémas judicieusement exécutés. On fera bien de ne recourir aux reproductions photographiques qu'avec une extrême prudence.

A. Gravis.

---

[1] J. Goffart et A. Gravis, *Méthodologie de la Botanique* (p. 129). Un volume de 697 pages, 706 figures et 16 planches. Gand, J. Vanderpoorten, 1912.



HARICOT.

Jeune plante au moment où les cotylédons flétris vont se détacher; les deux feuilles primordiales sont simples; les autres sont trifoliolées.

(Figure originale extraite de la *Méthodologie de la Botanique*.





LA

BOTANIQUE EN BELGIQUE

DE 1830 A 1905

PAR

A. GRAVIS

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE

EXTRAIT

du *Mouvement scientifique en Belgique.*

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

—

1914

LA

BOTANIQUE EN BELGIQUE

DE 1830 A 1905

Dans un mémorable discours prononcé en 1862, lors de la fondation de la Société royale de botanique de Belgique, B.-C. Du Mortier a remémoré les services rendus à la botanique par les Belges. Après avoir rappelé que, durant tout le moyen âge, la science des plantes consistait à commenter les écrivains grecs et romains, Du Mortier a revendiqué pour notre compatriote Rembert Dodonée l'honneur d'avoir secoué le joug de l'antiquité. Le premier, Dodonée osa affirmer que l'étude de la nature, c'est-à-dire l'observation directe, doit être préférée à la compilation des écrits de Dioscoride ou de Théophraste. Dans son *Cruijdeboeck* de 1554, il publia des descriptions originales faites d'après les plantes elles-mêmes; peu après, il essaya une première classification des espèces connues, car jusque-là on s'était contenté de les énumérer suivant l'ordre alphabétique.

Depuis cette époque déjà lointaine, les Belges n'ont cessé de cultiver la botanique avec prédilection. Ils se sont adonnés successivement à l'étude de toutes les branches de cette science et ils ont contribué, dans une large mesure, à en assurer le

progrès. La recherche des espèces phanérogames indigènes les retint longtemps; puis ce furent la flore des Cryptogames, les flores exotiques et la paléontologie végétale. Plus tard encore, l'organisation des Bryophytes, des Champignons et des Algues; l'anatomie et la physiologie prirent enfin une rapide extension.

Pour résumer l'histoire de la botanique en Belgique durant les soixante-quinze dernières années, je me suis borné à tracer comme un tableau des principales publications faites depuis 1830. J'ai cherché à mettre en évidence les progrès réalisés en montrant l'activité déployée dans les divers domaines de notre science. Mon désir a été d'énoncer simplement des faits et de dire impartialement tout ce qui a été exécuté d'important. Si je n'ai pas distribué la louange, c'est que je me suis interdit de juger mes contemporains : ce sera la tâche de l'un de nos successeurs (1).

Flore indigène.

A. *Phanérogames.* — Par l'attrait qu'elles présentent, les herborisations phanérogamiques ont depuis longtemps stimulé le zèle des amateurs d'histoire naturelle. Parmi eux, un grand nombre ont pu faire œuvre utile en publiant des travaux partiels : catalogues de récoltes, florules, etc. D'autres ont su, par un labeur persévérant, acquérir des connaissances approfondies qui leur permirent de publier sur l'ensemble de la

(1) Je remercie M. H. Lonay, conservateur à l'Institut botanique de Liége, qui a bien voulu m'aider dans les recherches bibliographiques. Si nous avons, à notre insu, fait quelque omission regrettable, on voudra bien nous le pardonner, en raison de cette circonstance que le présent travail a dû être exécuté en un temps relativement court. Il ne pouvait d'ailleurs être question de donner ici le relevé complet de tous les travaux des botanistes belges depuis 1830 : cette liste comprendrait à elle seule plusieurs volumes.

flore des Phanérogames de notre pays des travaux justement estimés.

Les travaux partiels les plus importants sont ceux de :

De Cloet, J.-J., Catalogue de plantes récoltées aux environs de Dinant (1830).

Tinant, Flore luxembourgeoise (1836).

Hécart, Florule du Hainaut (1836).

Van Haesendonck, C., Prodrome de la flore de la Campine anversoise (1841).

Michot, Flore du Hainaut (1845).

Van de Vyvere, Flore de la Flandre occidentale (1850).

De Moor, V., Monographie des Graminées (1853 et 1854).

Bellynckx, A., Flore de Namur (1855).

Beaufays, G., Flore verviétoise (1857 et 1874).

Van Heurck, H., et Wesmael, A., Prodrome de la flore du Brabant (1862).

Strail, Ch., Monographie des Menthes (C. 1864 et 1887) (1).

Piré, L., et Muller, F., Flore analytique du centre de la Belgique (1866).

Michel, M., Flore de Fraipont, Nessonvaux et leurs environs (1877).

Durand, Th., Catalogue de la flore liégeoise (W² 1878); Monographie des Rubus (C. 1887 et 1890).

Cluysenaer, P.-G., Florule de Huy (H. 1890).

Mac Leod, J., Flore des marais près de Thourout (L. 1892).

Bamps, C., Synopsis de la flore du Limbourg (1896).

Paque, E., Flore analytique et descriptive des provinces de Namur et de Luxembourg (1902).

Les quarante et un volumes dont se compose aujourd'hui le *Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique* contiennent

---

(1) Lorsque l'ouvrage a fait l'objet d'une publication séparée, la date seule est ici mentionnée. Lorsqu'il a paru dans un recueil périodique, la date est précédée d'une lettre qui correspond aux indications de l'*Index bibliographique* inséré à la page 32.

une foule de notices et de mémoires sur des espèces nouvelles ou rares de la flore belge, sur la diagnose des espèces litigieuses, etc. Bornons-nous à rappeler les noms de :

Aigret, C. ; Antoine, J. ; Baguet, Ch. ; Bamps, C. ; Cogniaux, A. ; Colonval, C. ; Crépin, F. ; Dandois, H. ; Debienne ; de Dieudonné, O. ; Delhaise, H. ; Determe, C. ; Devos, A. ; Dewalque, G. ; Donckier, A. ; Du Mortier, B.-C. ; Durand, Th. ; Errera, L. ; Even, Ch. ; Gilbert, Ch. ; Ghysebrechts, L. ; Goedtsbloets, M. ; Hardy, A. ; Hecking, O. ; Hobkirk, C. ; Kickx, J.-J. ; Lecoyer, C. ; Ley, W. ; Lochenies, G. ; Malaise, C. ; Martinis, A. ; Micheels, H. ; Muller, F. ; Paque, E. ; Pierrot, Ph. ; Pittier, H. ; Simon, F.-J. ; Strail, Ch. ; Thielens, A. ; Thys, J. ; Troch, P. ; Van Bastelaer, D.-A. ; Vandenborn, H. ; Van den Broeck, H. ; Van der Meersch, E. ; Van Haesendonck, G.-C. ; Van Segvelt, E. ; Verbiest ; Verheggen, H. ; Vero, J. ; Wesmael, A. ; Wirtgen, P.

Nous devons également signaler quelques excellents travaux d'ensemble ;

Le D[r] A.-L. Lejeune, de Verviers, peut être considéré comme le père de la flore belge [1]. En collaboration avec Courtois, R.-J., il publia, en 1827 et 1831, les deux premiers volumes de son *Compendium florae belgicae*. Après la mort prématurée de son ami, Lejeune fit paraître le troisième volume en 1836.

Dès 1827, Du Mortier, B.-C., publiait une *Florula belgica, operis majoris prodromus*. Durant sa longue carrière, il recueillit des matériaux pour la rédaction définitive d'une flore complète ; elle fut écrite en latin, mais ne fut pas imprimée.

Hannon, en 1849, et Mathieu, C., en 1853, publièrent des flores qui, malgré leur très réel mérite, doivent être considérées comme des tentatives un peu prématurées.

---

(1) F. Crépin, *Guide du botaniste en Belgique*, p. 227.

C'est à CRÉPIN F., qu'il appartenait d'édifier l'œuvre définitive. Bien préparé par de longues et fructueuses herborisations dans toutes les parties de notre pays, Crépin put faire paraître la première édition de son *Manuel de la flore de Belgique* en 1860, deux années avant la fondation de la Société royale de botanique.

COGNIAUX, A. rédigea une petite flore à l'usage des écoles (1884).

DEVOS, A., en 1885, et DELOGNE, C.-H., en 1888, introduisirent dans leurs flores les diagnoses des plantes cultivées en Belgique.

De 1897 à 1905, DE WILDEMAN, E., et DURAND, TH., ont mené à bonne fin la publication d'un Prodrome complet de la flore belge (Tallophytes et Phanérogames).

B. *Cryptogames.* — La recherche et la détermination des cryptogames offrent des difficultés spéciales, qui ne peuvent être surmontées que par ceux qui s'adonnent tout particulièrement à cette étude.

Mlle LIBERT, M.-A., de Malmédy, sur les conseils de De Candolle, s'appliqua à la cryptogamie et acquit dans cette branche de la science une réputation bien méritée. De 1830 à 1837, elle édita ses *Plantae exsiccatae Arduennae.*

KICKX, J., publia la flore cryptogamique des environs de Louvain (1835).

WESTENDORP, G., et VAN HAESENDONCK publièrent le Catalogue des cryptogames observées dans le Brabant et la province d'Anvers (1838).

BELLYNCK, A., publia celui des environs de Namur (1852).

LEBURTON, celui des environs de Louvain (1852).

WESTENDORP, G., un relevé des Cryptogames classées d'après leurs stations naturelles (1854).

DE LIMMINGHE, A., la florule mycologique de Gentinnes, dans le Brabant (1857).

KICKX, J., rédigea la célèbre flore cryptogamique des Flandres, publiée après sa mort, en 1867.

Mmes BOMMER, E., et ROUSSEAU, M., firent le catalogue des

Champignons observés aux environs de Bruxelles (C. 1879).

Lambotte, E., Flore mycologique de la Belgique (I. 1880).

Van Heurch, H., Synopsis des Diatomées de Belgique (1880-1885).

Delogne, H., Flore cryptogamique de la Belgique : première partie, les Muscinées (D. 1883).

Mansion, A., les Algues de Huy (H. 1893) ; les Muscinées de Huy et des environs (en collaboration avec Clerbois. P.), (H. 1894); les Lichens de Huy (H. 1895); les Muscinées d'Ath et des environs (H. 1898).

Aigret, C., et François, Flore des Cryptogames (1895).

De Willeman, E., Flore des Algues de Belgique (1896).

Vanderyst, H., les Ustilaginées de Belgique (1900).

La Société royale de botanique a donné un grand essor à l'étude des Cryptogames en facilitant entre ses membres l'échange de renseignements et en leur prodiguant de précieux encouragements.

Les Mousses surtout ont fait l'objet de très nombreuses florules dues à Clerbois, P. ; Cogniaux, A. ; Cornet, A.; Delogne, C.-H. ; Gravet, F. ; Mansion, A.; Marchal, El. ; Paque, E. ; Piré, L. ; Sladden, Ch. ; Verhegcen, H.

Les Champignons ont été catalogués par Mme Bommer, E.; Coemans, E. ; de Limminghe, A. ; Delogne, C.-H. ; De Wevre, A. ; De Wildeman, E. ; Laurent, E.; Marchal, El. ; Marchal, Em. ; Martens, Ed. ; Mouton, V. ; Nypels, P. ; Paque, E.; Mme Rousseau, M. ; Staes, G. ; Van Bambeke, Ch.; Vanderhaeghen, H. ; Westendorp, G.

Les Lichens, d'une étude ardue, ont été abordés plus récemment par Aigret, C. ; Dens, G. ; Lochenies, G. ; Pietquin, F. ; Staes, G. ; Tonglet, A.

Quant aux Algues, elles ont fait l'objet des recherches de Chalon, J. ; Delogne, C.-H. ; De Wildeman, E., et Mansion, A.

La structure des Diatomées et leur dispersion attirèrent plus particulièrement l'attention de quelques membres de la Société belge de microscopie : Bauwens, A. ; Deby, J. ; Delogne, C.-H. ; Miller, H. ; Prinz, W. ; Van Ermengem et Van Heurck, H.

Flores exotiques.

Les Végétaux rapportés des pays étrangers, notamment les spécimens conservés dans l'herbier du Jardin botanique de l'État, ont été décrits et classés par des botanistes qui, souvent, se sont adonnés à l'étude approfondie d'une famille ou d'un genre.

Morren, Ch., décrivit une foule d'espèces d'importation nouvelle (1830-1855).

Du Mortier, B.-C., publia un Sylloge des Jungermannes d'Europe (1831 et 1874).

Scheidweiler, M., fit connaître les Cactés du Mexique (1839).

Martens, M., et Galeotti, H., firent de même pour les Fougères de ce pays (1842 à 1845).

Spring, F.-A., écrivit la monographie des Lycopodiacées (1842 à 1850).

Spae, D., celle du genre Lys (1845-1846).

Linden, J., et Planchon, J.-E., s'occupèrent de la flore de Colombie (1855 à 1865).

Morren, Ed., à l'exemple de son père, décrivit un grand nombre de plantes introduites dans les cultures, notamment des Broméliacées (1856 à 1886).

Wesmael, A., se fit le monographe des Saules, des Peupliers, des Platanes, des Érables, des Chênes et de plusieurs autres genres d'arbres (1860 à 1892).

Crépin, F., publia, en 1866, les premiers résultats de ses études sur les Roses, sujet auquel il consacra trente-cinq années de sa vie.

Bommer, J.-E., fut le monographe des Fougères (C. 1867).

Marchal, El., celui des Hédéracées (*c.* 1878 et 1880).

Cogniaux, A., celui des Cucurbitacées (A[s] 1877; *c.* 1878, 1880, 1895), des Mélastomacées (*u.* 1887 et 1891) et des Orchidées (*c.* 1896).

Jorissenne, G., fit connaître plusieurs espèces nouvelles (Y. 1875-1880).

de Dieudonné, O., fit des recherches sur les Adonis d'Europe (C. 1876).

Durand, Th., et Pittier, H., s'occupèrent de la flore de la Suisse (C. 1881-1886), puis de la flore de Costa-Rica, avec la collaboration de plusieurs spécialistes étrangers (C. 1891-1896).

Dewevre, A., apporta sa contribution à la connaissance des plantes du Congo (C. 1894) et notamment à celle des lianes à caoutchouc (B. 1895); il fit encore des recherches sur le Cubèbe (Z² 1894).

Bultot publia aussi une liste de plantes observées par lui au Congo (O. 1896).

De Wildeman, E., fit successivement le catalogue des Algues de la Suisse (I. 1895), le relevé des Chytridinées connues (C. 1896) et le prodrome de la flore algologique des Indes néerlandaises (*p.* 1897-1899); il décrivit de nombreuses espèces d'Algues nouvelles ou critiques dans diverses revues étrangères (1893 à 1905).

Durand, Th., et Schinz, H., après une étude sur la flore de l'État indépendant du Congo (1896), entreprirent le *Conspectus florae Africae* (1898).

Laurent, E., fit connaître les caféiers qu'il avait trouvés au Congo (C. 1898).

De Wildeman, E., rédige, depuis 1899, les descriptions de l'*Icones selectae horti Thenensis* et la partie botanique des diverses revues coloniales.

Durand, Th., et De Wildeman, E., commencèrent, en 1897, la publication de nombreux fascicules sur la flore du Congo, prélude des travaux qu'ils font paraître actuellement dans les Annales du Musée du Congo.

De Wildeman, E., décrivit les Algues recueillies par l'expédition antarctique de la *Belgica* (A⁸ 1900).

Mmes Bommer, E., et Rousseau, M., firent de même pour les Champignons (A⁸ 1900).

Chalon, J., dressa la liste des Algues marines observées entre l'embouchure de l'Escaut et la Corogne (1905).

Taxinomie.

Une longue pratique de la botanique descriptive suggère souvent au naturaliste des idées personnelles touchant les questions de la nomenclature des espèces.

F. Crépin eut à plusieurs reprises l'occasion de méditer ces sujets. Nous lui devons des réflexions sur l'espèce (Y. 1863), sur un vice de la nomenclature botanique (C. 1864), sur les réductions spécifiques (1865), sur la situation actuelle de la botanique descriptive (C. 1888), sur le polymorphisme attribué à certains groupes génériques (C. 1888), sur les variations parallèles (C. 1897), sur l'application des caractères anatomiques à la classification des Roses (C. 1898).

Tératologie.

L'observation des anomalies que présentent parfois les plantes a fourni à Gœthe de précieux arguments en faveur de sa célèbre théorie des métamorphoses. Depuis lors, les botanistes n'ont pas négligé d'étudier avec soin les modifications bizarres et passagères des organes végétaux.

Morren, Ch., décrivit une foule de monstruosités végétales et créa pour les désigner une nomenclature spéciale (A[s] 1848-1853).

Bellynck, A.; Crépin, F.; Dardenne, E.; Durand, Th.; Gravis, A.; Kickx, J.-J.; Laurent, E.; Marchal, El.; Martinis, A.; Morren, Ed; Pitequin, F.; Piré, L.; Rodigas, E.; Van Heurck, H.; Wesmael, A., et plusieurs autres botanistes apportèrent leur contribution à ce chapitre.

Phénologie.

L'observation des phénomènes périodiques de la végétation a éveillé l'attention d'un petit nombre de personnes. Parmi celles qui ont publié, pendant une longue série d'années, le

résultat de leur travail persévérant, citons les noms de Quételet, Folie et Dewalque, G.

Tout récemment Bommer, Ch., et Massart, J., ont tracé le programme de nouvelles recherches en indiquant les précautions qu'il est nécessaire de prendre en vue d'éviter certaines causes d'erreur et d'obtenir une plus grande précision (C. 1903).

Géographie.

Notre petit pays, si peuplé, si transformé par les cultures et l'industrie, se prête mal aux études concernant la dispersion des espèces végétales.

Crépin, F., a pu cependant tracer une esquisse de la géographie botanique de la Belgique (*Patria Belgica*, 1873).

Durand, Th., a écrit quelques pages de géo-botanique (1879).

Mansion, A., et Clerbois, P., dans l'introduction de leur florule bryologique des environs de Huy (H. 1894), ont analysé les divers termes qui doivent entrer dans la formule de dispersion de chaque espèce de Mousse.

Bommer, Ch., et Massart, J., à leur tour, ont émis des considérations sur les études de géo-botanique (C. 1903 et 1904) : ils ont tracé un programme de recherches auxquelles ils ont convié les membres de la Société royale de botanique de Belgique.

Fredericq, L., a étudié avec soin la faune et la flore glaciaires de la Baraque Michel (A^8 1904).

Paléontologie.

Les recherches si actives des géologues belges amenèrent la découverte de nombreux fossiles végétaux, dont l'examen exerça la sagacité de quelques paléo-botanistes.

Sauveur, J., publia en 1848 un atlas de planches représentant un grand nombre de plantes fossiles de nos terrains houillers. Malheureusement, le texte ne parut pas.

COEMANS, E., en collaboration avec KICKX, J.-J., écrivit la monographie des *Sphenophyllum* d'Europe (A[8] 1864). Il fit connaître aussi les *Annularia* de l'époque houillère (A[8] 1865) et la flore fossile du premier étage du terrain crétacé du Hainaut (A[8] 1866).

CRÉPIN, F., consacra plusieurs années à la détermination et au classement de la collection de paléontologie végétale délaissée par Coemans. Il l'augmenta considérablement et y puisa les éléments de diverses publications (A[8] et C. 1871 à 1876).

GILKINET, A., fit connaître plusieurs plantes fossiles caractéristiques de nos terrains primaires (A[8] 1875 à 1879).

Le R. P. SCHMITZ réunit à Louvain une collection de fossiles végétaux des bassins houillers belges.

FIRKET, A., SMEYSTERS, FOURMARIER, STAINIER et d'autres publièrent diverses notices sur la flore houillère dans les *Annales de la Société géologique de Belgique* et dans celles de la Société belge de géologie.

RENIER, A., découvrit des végétaux dans le couvinien (Z[4] 1900).

BOMMER, CH., réunit, dans ces dernières années, une collection de végétaux wealdiens, dont il vient de commencer la description (Z[5] 1905). Il fit aussi un travail sur les causes d'erreur qu'il faut éviter dans l'étude des empreintes végétales (Z[4] 1905).

Organisation des Cryptogames.

On sait aujourd'hui combien est diversifiée l'organisation des végétaux que Linné confondait sous le nom de Cryptogames. Après les grandes découvertes réalisées dans ce domaine par les botanistes allemands, nos compatriotes trouvèrent encore à glaner.

KICKX, J., étudia le *Marchantia* (A[8] 1837).

MORREN, CH., s'occupa de diverses Algues, Jungermannes et Mousses (A[8] 1838 à 1841).

Spring, F.-A., fit des observations mycologiques (A[8] 1848 à 1852).

Coemans, E. (A[8] 1859 à 1865), Carnoy, J.-B. (C. 1870) et Gilkinet, A. (A[8] 1874 à 1876), s'occupèrent des délicates questions soulevées par le polymorphisme des Champignons.

Laurent, E., fit des recherches sur le polymorphisme du *Cladosporium herbarum* (*h.* 1888) et sur le microbe des nodosités radicales des Légumineuses (A[8] et *d.* 1890 et 1891).

Bommer, Ch., fit connaître les Pyrénomycètes parasites des balanes (C. 1891).

Van Ermengem, E., Remy, L., et Sugg, E., se sont occupés de la recherche des cils vibratils des bactéries (1892).

Errera, L., eut l'occasion de compléter nos connaissances sur le *Lecanora esculenta* (A[8] 1893) et sur une bactérie de grandes dimensions : le *Spirillum Colossus* (1902).

Ensch, N., écrivit une note sur les Myxomycètes (*k.* 1899).

Van Bambeke, Ch., entreprit, par des méthodes nouvelles, de fines recherches sur la structure de plusieurs Champignons supérieurs (A[4] 1889 à 1904).

Nypels, P., fit de même pour les organes sexuels des Urédinées (D. 1895) et étudia la germination de quelques écidiospores (D. 1898).

Bommer, Ch., scruta la structure des sclérotes (A[4] 1896).

Goffart, J., celle d'un rhizomorphe (A[4] 1905).

Malvoz, E., rechercha les cils composés de certaines bactéries (*h.* 1902).

Janssens, J., observa le noyau des cellules de la Levure (K. 1903).

Anatomie.

L'anatomie des végétaux ne prit son essor qu'après la publication du magistral travail de H. Mohl sur la structure des Palmiers (1831). Ses progrès dans notre pays furent néanmoins assez lents au début de la période que nous considérons.

Du Mortier, B.-C., est l'auteur d'un curieux mémoire intitulé : *Structure comparée des Animaux et des Végétaux* (1852).

Morren, Ch., pendant sa jeunesse, se livra à de nombreuses observations anatomiques et physiologiques sur diverses plantes telles que : *Orchis*, *Hedychium*, *Musa*, *Phyteuma*, etc., ou sur certains organes comme le style du *Goldfusia*, les étamines du *Sparmannia*, le labelle du *Megaclinium*, etc. (A⁸ 1830 à 1842).

Morren, Ed., débuta par une dissertation sur les feuilles vertes et colorées (1858), puis fit des recherches sur les stomates (A⁸ 1864) et des observations d'organographie et d'anatomie dans ses nombreux travaux ultérieurs, rédigés plus spécialement au point de vue de la physiologie.

Chalon, J., réunit des matériaux pour servir à la détermination des familles, des genres et des espèces par l'étude anatomique des tiges (C. 1867 et 1868); il étudia aussi la structure de la graine dans les Légumineuses (J. 1875).

Ledeganck, K., fit des recherches histo-chimiques sur la chute automnale des feuilles (C. 1871).

Herlant, A., consigna les caractères microscopiques de quelques graines officinales (R. 1882).

Gravis, A., chercha à préciser, par l'étude des organes végétatifs de l'*Urtica dioïca*, l'étendue des variations de la structure d'une plante considérée dans toute son étendue et à tous ses âges (A⁴ 1884).

De Wevre, A., publia une note préliminaire sur l'anatomie des Broméliacées (C. 1887), puis une autre sur le péricycle (C. 1889).

Michels, H., prit successivement comme objet de ses recherches les embryons, les plantules et les axes fructifères des Palmiers (A⁴ 1889 à 1895). Plus tard, il fit connaître les canaux gommeux du *Carludovica plicata* (C. 1898), puis la structure des organes végétatifs et floraux de cette plante (N. 1900). Il fit enfin une étude d'architectonique végétale (Q. 1902).

Meunier, A., étudia les téguments séminaux des Cyclospermées (K. 1890), des Papavéracées (K. 1891) et des Véroniques (K. 1897).

Marlière, H., considéra la structure et le développement de l'endosperme du *Ceratonia* (K. 1897).

Nypels, P., décrivit les particularités anatomiques qu'offrent le tubercule de l'*Apios tuberosa* et celui de l'*Helianthus tuberosus* (C. 1892).

Remy, L., apporta une contribution à l'étude micrographique du Poivre et de ses falsifications (I. 1894).

Massart, J., mit en relief nombre de faits relatifs à la récapitulation et à l'innovation en embryologie végétale (C. 1895). Il constata aussi l'accommodation individuelle chez le *Polygonum amphibium* (U. 1902).

Nihoul, Ed., aborda une série de recherches approfondies sur l'anatomie des Renonculacées en scrutant l'organisation du *Ranunculus arvensis* (A⁴ 1891). Les autres recherches dans cette direction furent exécutées par les cinq anatomistes suivants :

Lenfant, C., s'occupa du genre *Delphinium* (N. 1897).

Mansion, A., du *Thalictrum flavum* (N. 1897).

Sterckx, R., de la tribu des Clématidées (N. 1897), puis de l'embryon et des plantules des Renonculacées (N. 1900).

Goffart, J., de l'anatomie des feuilles dans cette même famille (N. 1901).

Lonay, H., de la structure des péricarpes et des spermodermes chez les Renonculacées (N. 1901).

Delaite, J., et Lonay, H., décelèrent des falsifications du thé par les caractères anatomiques des feuilles (O. 1897).

Gravis, A., fit l'étude complète du *Tradescantia virginica* en se plaçant au point de vue de l'organisation générale des Monocotylées et du type Commélinées en particulier (A⁴ 1898). En collaboration avec Donceel, P., il compara ensuite l'anatomie du *Chlorophytum elatum* à celle du *Tradescantia virginica* (N. 1900).

Goffart, J., émit des considérations sur la structure et la fonction des organes de sudation chez les plantes terrestres et les plantes aquatiques (C. 1900).

Lonay, H., élargissant le champ de ses premières études,

publia une analyse coordonnée des travaux relatifs à l'anatomie des téguments séminaux (J. 1904).

Cytologie.

La cytologie constitue un chapitre de l'anatomie dont l'étude a pris, dans ces dernières années, une importance considérable.

Du Mortier, B.-C., dans son mémoire sur la structure comparée des animaux et des végétaux, a décrit pour la première fois la multiplication des cellules par formation d'une cloison médiane dans une Algue d'eau douce. Cette brillante découverte, faite à une date antérieure à 1828, a été attribuée à tort à H. Mohl. On peut la considérer comme le point de départ d'une foule de travaux sur la division cellulaire.

Morren, Ch. et Ed., dans leurs travaux, relatent diverses observations concernant les cellules.

Errera, L. (D. 1879 et C. 1890), et Bernimoulin, E. (C. 1884), s'occupèrent de la division des cellules végétales.

De Wildeman, E., recherchera les sphères attractives (A^8 1891) et le mode d'attache des cloisons (A^4 1893); il étudia aussi l'influence de la température sur la caryocinèse (Z^2 1891).

Carnoy, J.-B., dans sa biologie cellulaire, entreprit une étude comparée de la cellule dans les deux règnes (1884). Plus tard, ses travaux furent particulièrement consacrés aux cellules animales. Ses élèves abordèrent les sujets les plus divers :

Meunier, A., le nucléole des *Spirogyra* (K. 1887) ; le sporocarpe du *Pilularia* (K. 1888).

Biourge, Ph., recherches morphologiques et chimiques sur les grains de pollen (K. 1892).

Janssens, F.-A., le noyau des Saccharomyces (K. 1893) : recherches cytologiques sur la cellule des Levures, en collaboration avec Leblanc, A. (K. 1898 et 1903); cytologie et microchimie d'un Torula, en collaboration avec Mertens (K. 1903).

Grégoire, V., les cinèses polliniques chez les Liliacées (K. 1899); la reconstitution du noyau et la formation des chromosomes dans les cinèses somatiques (K. 1903); la réduction numérique des chromosomes et les cinèses de maturation (K. 1904); la figure achromatique dans le *Pellia epiphylla* (K. 1904); les résultats acquis sur les cinèses de maturation dans les deux règnes (K. 1905).

Berghs, J., la formation des chromosomes hétérotypiques dans la sporogenèse végétale (K. 1904 et 1905); le fuseau hétérotypique dans le *Paris quadrifolia* (K. 1905).

Massart, J., fit connaître les divers procédés de la cicatrisation chez les Végétaux (A[8] 1898) ; le protoplasme des Schizophytes (A[8] 1901).

Maltaux, M., rechercha l'influence des facteurs extérieurs sur la caryocinèse et la division cellulaire (1901).

Van Bambeke, Ch., décrivit l'évolution nucléaire chez *Hydrangium Carneum* (A[4] 1904).

Physiologie.

Les travaux de physiologie végétale, assez rares en notre pays jusque vers 1885, prirent une extension rapide dans les vingt dernières années. Les procédés les plus délicats et les plus précis de la physique et de la chimie modernes furent appliqués avec succès aux recherches exécutées dans les laboratoires de botanique.

Du Mortier, B.-C., publia des observations sur la motilité des Végétaux (1830), sur la sève descendante et l'accroissement en épaisseur du tronc des Arbres (C. 1873).

Morren, Ch., s'occupa aussi du mouvement de la sève dans les Dicotylédones (A[8] 1837); le premier, il obtint en Europe la fructification du Vanillier en pratiquant la fécondation artificielle (1837); ses recherches physiologiques portèrent successivement sur les Hydrophytes (A[4] 1838 et 1841); sur l'excitabilité et la motilité de certains organes végétaux (A[8] 1838 à

1842); sur le sommeil des Plantes (Y. 1853); sur les effets généraux de la température (Y. 1853).

Martens, M., fit des recherches sur les couleurs des Végétaux (A[4] 1833 et 1835).

Bommer, J.-E., étudia l'absorption par les surfaces des plantes (C. 1863), la fécondation artificielle des Palmiers (C. 1867) et l'amylogenèse dans le règne végétal (C. 1873).

Morren, Ed., traita successivement les sujets suivants : la lumière et la végétation (Y. 1863); l'hérédité et la contagion de la panachure (A[8] 1865 et 1869); les relations entre la chaleur et la végétation, l'application de la théorie mécanique de la chaleur à la physiologie des plantes (A[8] 1873, 1874 et 1876); les procédés insecticides des plantes carnivores (A[8] 1875); le rôle des ferments dans la nutrition des plantes (A[8] 1876); la sensibilité et les mouvements chez les Végétaux (A[8] 1885).

Van Horen, F., fit des observations sur la physiologie des Lemnacées (C. 1869).

Peterman, A., recherches sur les graines originaires des hautes latitudes (A[8] 1876); recherches chimiques et physiologiques appliquées à l'agriculture; nombreuses analyses de substances végétales, de matières fertilisantes et de denrées alimentaires; contributions à la question de l'azote (A. et S. 1882 à 1902).

Graftiau, J., recherches chimiques appliquées à l'agriculture (S. 1890-1903).

Lonay, A., la question de l'azote et la culture des Légumineuses (1890).

Paque, E., les mouvements des pollinies chez les Orchidées (C. 1885).

Errera, L., les plantes insectivores (C. 1877); l'épiplasme des Ascomycètes et le glycogène des Végétaux (1882); découverte du glycogène chez les Mucorinées (A[8] 1882), chez les Basidiomycètes et dans la Levure de bière (A[8] 1885); la grande période de croissance du Phycomyces (*Bot. Zeitung.*, 1884); expérience sur l'ascension de la sève (C. 1886); les alcaloïdes (A[8] 1887); distinction microchimique des alcaloïdes et des

matières protéiques (D. 1889); essais de philosophie botanique : l'*optimum* (Q. 1896), le Darwinisme (Q. 1899), la génération spontanée (Q. 1900), etc.; hérédité d'un caractère acquis chez un Champignon pluricellulaire (A^8 1899); la myriotomie comme unité dans les mesures osmotiques (A^8 1901).

Errera, L., Maistriaux et Clautriau, G., localisation et signification des alcaloïdes (Z^2 1885). Des recherches analogues ont été poursuivies par Clautriau, G., dans le Pavot (D. 1885), par De Wevre, A., dans le Narcisse (1887), par De Wildeman, E., dans les Orchidées (1892), par Molle, Ph., dans les Solanées (A^8 1895) et dans le *Clivia* (z^2 1902), par de Droog, E., dans les Orchidées (A^8 1896), par Vanderlinden, E., dans les Renonculacées (Z^2 1901), par Barger, G., dans le *Saponaria* (1903), par Jacquemain, A., dans les Légumineuses (1905).

Jorissen, A., recherches sur la production de l'acide cyanhydrique dans le règne végétal (A^8 1884), sur la germination des graines de Lin et des amandes douces (A^8 1884); sur la diastase (A^8 1884); les phénomènes chimiques de la germination (A^8 1886); la prétendue réduction des nitrates par les plantules (A^8 1886 et 1887); la solanidine des jets de Pommes de terre (A^8 1890); la linamarine du Lin (en collaboration avec Hairs), (A^8 1891).

Collard, J., acide cyanhydrique du Laurier cerise (O. 1895).

Laurent, E., sur la turgescence chez le Phycomyces (A^8 1885); bactéries de la fermentation panaire (A^8 1885); microbes du sol (A^8 1886); microbes du lait et du fromage (D. 1889); formation d'amidon dans les plantes aux dépens de solutions organiques (C. 1888); recherches chimiques et physiologiques sur les levures (C. et D. 1888 à 1890); la greffe des Pommes de terre (C. 1900); variétés panachées (C. 1900); influence de l'alimentation sur les variations et sur la production des sexes chez les plantes dioïques (V^1 et *d.* 1903); influence de la nature du sol sur la dispersion du Gui (C. 1890 à 1901); réduction des nitrates par les Levures, par quelques moisissures, par les graines et les tubercules (A^8 et *h.* 1890 et 1891); durée du pouvoir germinatif (*d.* 1902); rôle des bactéries dans la fixation

de l'azote dans le sol (D. 1887); fixation de l'azote libre par les plantes (en collaboration avec SCHLOESING fils) (*h.* 1892); assimilation de l'azote ammoniacal et de l'azote nitrique (en collaboration avec MARCHAL, EM., et CARPINAUX, E.) (A^8 1896); sur la synthèse des substances albuminoïdes par les Végétaux (en collaboration avec MARCHAL, EM.) (A^8 1903).

DE WILDEMAN, E., présence des glycosides dans certaines plantes (A^8 1887).

MASSART, J., héliotropisme des Champignons (A^8 1888); réflexes non nerveux (*h.* 1901); irritabilité des plantes supérieures (A^8 1902); pollinisation sans fécondation (U. 1902).

BIOURGE, P., fermentation alcoolique (K. 1895).

SEMAL, O., fermentation ammoniacale due aux Mucédinées (K. 1897).

VAN DEN DRIES, R., matières colorantes azotées chez les Champignons (K. 1897).

MONIER, M., fermentation alcoolique (B. 1900).

VERSCHAFFELT, E., transpiration des plantes (L. 1890); résistance du protoplasme aux substances plasmolysantes (L. 1891).

GILSON, E., la subérine (K. 1890); composition chimique de la membrane cellulaire (K. 1893 et 1895); cristallisation de la cellulose (K. 1893); recherches chimiques sur la membrane cellulaire des Champignons (K. 1894 et 1895); tannoïdes de la Rhubarbe (K. 1903).

STARKE, J., de la prétendue existence de solanine dans les graines de Tabac (1901).

BORDET, irritabilité des spermatozoïdes des Fucacées (A^8 1894).

CLAUTRIAU, G., l'azote dans les capsules de Pavot (D. 1894); les alcaloïdes de quelques graines (D. 1894); étude chimique du glycogène (A^8 1895); les bactéries lumineuses (1896); réserves hydrocarbonées des Thallophytes (*k.* 1899); la digestion dans les urnes de Népenthes (A^8 1900); nature et signification des Alcaloïdes végétaux (Z^2 1900).

VANDEVELDE, A., contribution à la physiologie des galles

(L. 1896) ; contribution à la physiologie chimique du tronc des arbres (L. 1897) ; influence de la dimension des graines sur la germination (L. 1898) ; détermination de la toxicité des alcools par la plasmolyse (L. 1899) ; études morphologiques et chimiques sur la germination (L. 1900).

de Caluwe, P., influence des engrais sur la germination des graines (L. 1897).

Gravis, A., recherches physiologiques sur la germination, la courbure du cotylédon, le rôle de la lacune ligneuse, la circulation de l'eau, le fonctionnement des tissus aquifères, la turgescence, la déturgescence et la plasmolyse, le mécanisme de l'ouverture et de la fermeture des stomates, l'effet utile du mucilage, chez le *Tradescantia virginica* (A^4 1898).

Van Rysselberghe, F., réaction osmotique des cellules (A^8 1899) ; influence de la température sur la perméabilité du protoplasme vivant (A^8 1901).

Gillot, H., hydrolyse de la raffinose et son utilisation comme aliment des moisissures (A^8 1899 et 1900).

Marchal, Em., action des moisissures sur l'albumine (D. 1893) ; production de l'ammoniaque dans le sol par les microbes (A^8 1893) ; influence de l'alimentation minérale sur le développement des nodosités des Légumineuses (*d.* 1901 et V^1 1903) ; recherches de biologie expérimentale (S. 1902) ; travaux en collaboration avec Laurent, E. (voir plus haut).

Clerfeyt, Ch., accoutumance héréditaire des Levures aux solutions salines concentrées (A^8 1901).

Harroy, M., expériences sur l'assimilation chlorophyllienne (1901).

Krutwig, sur l'absence de chromogènes dans les cellules des Betteraves (A^8 1902).

Henry, J., culture des Levures dans une solution minérale (1902) ; marche de l'absorption de l'azote par les Céréales (V^1 1903) ; influence de la couverture morte sur l'humidité du sol (E. 1903).

Lepoutre, L., influence des solutions salines concentrées

sur la Levure de bière (A^{s} 1902); recherches de biologie expérimentale (S. 1902).

MICHEELS, H., et DE HEEN P., influence du Radium sur l'énergie respiratoire des graines en germination (A^{s} 1905).

Pathologie.

Cette branche de la botanique suppose la connaissance de la physiologie, de la mycologie, de la bactériologie, de l'entomologie, etc. Ses progrès sont donc assez récents.

MARTENS, M., dès 1845, s'était préoccupé de la maladie de la Pomme de terre.

MORREN, ED., fit des expériences pour déterminer l'influence du gaz acide sulfureux sur la végétation (Y. 1866 et 1886).

PETERMAN, A., étudia le traitement de la maladie de la Pomme de terre, de la Betterave et d'autres plantes de grande culture (S. 1877 à 1896).

LAURENT, E., fit des observations sur le *Peronospora* de la Vigne (C. 1883); sur la carie du Froment (V^{1} 1899); il découvrit une dégénérescence graisseuse chez certains Palmiers (C. 1901) et une maladie bactérienne chez le Fraisier (V^{1} 1903).

DE CALUWE, P., s'occupa à son tour de la maladie de la Pomme de terre (L. 1891 et 1892).

MOERMAN, H., de la maladie des Platanes de Gand (L. 1892).

GRAVIS, A., consigna le résultat des observations pathologiques faites à l'Institut botanique de Liége (C. 1895).

NYPELS, P., prit comme spécialité de ses études les maladies cryptogamiques de la Pomme de terre, des Phlox, du Houblon, de l'Aulne, de l'Épicea et de plusieurs autres arbres (C. D. E. M. 1894 à 1901); les Champignons nuisibles aux plantes cultivées (V^{2} 1896).

MARCHAL, EM., rédigea des rapports annuels sur les maladies cryptogamiques (V^{1} 1894 à 1901); brûlure du Lin (V^{1} 1898);

immunisation des Laitues (V^1 1902); rouille des Céréales (V. 1903); les maladies cryptogamiques des plantes cultivées (V^2 1896).

Staes, G., maladies cryptogamiques, maladie des Peupliers, nocuité du nitrate de soude, charbon des Céréales, *Tetranychus*, etc. (M. 1896 à 1905).

Pynaert, L., maladie de la Canne à sucre à Java (Z^1 1899).

Poskin, A., chancre du Peuplier de Canada (V^1 1903).

Henry, I., maladie de la Betterave (V^1 1903).

Vanderyst, maladies cryptogamiques : les Peronosporinées (1904).

Lonay, H., une invasion de *Tetranychus telearius* (E. 1903).

Morpho-biologie.

Les études morphologiques ont rarement été faites pour elles-mêmes; généralement, elles ont été poursuivies en vue de la recherche de caractères utilisables dans la détermination et la classification des espèces. Dans les temps plus modernes, ces mêmes études ont été abordées au point de vue du fonctionnement des organes : c'est ce genre de recherches que je voudrais désigner ici sous le terme « morpho-biologie ».

1. — L'organisation des fleurs dans ses rapports avec la pollinisation et l'organisation des fruits en vue de la dissémination des graines ont fixé l'attention de quelques-uns de nos botanistes.

Errera, L., fécondation du *Geranium phaeum* (C. 1879); hétérostylie des *Primula* (C. 1881 et P. 1905).

Mac Leod, J., insectes et pollinisation (A^8 1880); aperçu statistique de la fécondation des fleurs par les insectes (L. 1889); structure, développement et fécondation des fleurs de *Commelyna* (L. 1890); organisation et fécondation de quelques fleurs de la flore belge (L. 1889); id. de la flore des Pyrénées (L. 1891); id. de la flore campinienne des Flandres (L. 1893 et 1894). La dissémination des plantes (L. 1887);

graines de *Veronica* disséminées par la pluie (L. 1889). Relevé bibliographique sur la fécondation (L. 1890).

Mme Mac Leod, F., relevé bibliographique sur la dissémination des Graines (L. 1891).

Staes, G., fleurs de *Daucus Carota* (L. 1889).

Verschaffelt, J., dissémination des graines de Brunella, de Salvia, d'Iberis (L. 1890 et 1891).

Plateau, F., Comment les fleurs attirent les insectes (A^s^ 1895 à 1897); rapports entre les insectes et les Fleurs (*Soc. zoologique de France*, 1898 à 1900); attraction des insectes par les étoffes colorées (Z^s^ 1900); erreurs commises par les Hyménoptères visitant les fleurs (Z^s^ 1902); Pavots décorollés et insectes visiteurs (A^s^ 1902); expériences au moyen d'une glace étamée (A^s^ 1905).

Mlle Wery, J., expériences sur l'attraction des Abeilles par les fleurs (A^s^ 1904).

2. — Le fonctionnement des organes végétatifs, considérés dans leur milieu naturel, a fait également l'objet d'observations du plus haut intérêt.

Errera, L., efficacité des structures défensives des plantes (C. 1886); excitations inhibitoires chez les végétaux (C. 1904).

Vandenberghe, A., graine et germination des Salicornes (A^s^ 1890).

Massart, J., intervention des animaux dans l'évolution des végétaux (Q. 1895); biologie de la végétation sur le littoral belge (C. 1895 et E. 1904); id. en Malaisie (C. 1895 et Q. 1896); id. au Sahara (C. 1898); dissémination des plantes alpines (C. 1898); promenade de naturalistes à Zermatt (Q. 1898); végétaux épiphylles (*p.* 1898); comment les plantes vivaces maintiennent leur niveau souterrain, comment elles sortent de terre au printemps, comment les jeunes feuilles se protègent contre les intempéries (U. et V^t^ 1903); un jardin botanique pour les écoles moyennes (U. 1902); notice sur les collections éthologiques du Jardin botanique de l'État (V^t^ 1904).

Nypels, P., sélection forestière (E. 1902).

Bommer, Ch., biologie des forêts (E. 1905).

5. — L'étude des variations par la méthode statistique est d'origine toute récente :

MAC LEOD, J., STAES, G., et VAN EEKHAUTE, G., expériences concernant *Mathiola annua* et *Delphinium Ajacis* (A[8] 1889).

VERSCHAFFELT, J., variations corrélatives chez les plantes (L. 1896).

MAC LEOD, J., relation entre la longueur et la largeur des feuilles (L. 1898); corrélation entre le nombre des étamines et celui des pistils chez *Ficaria ranunculoïdes* (L. 1899); variabilité chez *Centaurea Cyanus* et phénomènes de corrélation (Z. 1901).

DE BRUYKER, C., variations corrélatives chez le Seigle et chez l'Orge (Z. 1898).

Traités généraux et livres divers.

La liste suivante comprend quelques ouvrages plus ou moins encyclopédiques qui n'ont pu trouver place dans les groupes précédents :

SPRING, F.-A., Traité élémentaire de botanique (1852).

MORREN, CH., Notions élémentaires des sciences naturelles, physiques et chimiques (1853).

BELLYNCK, A., Cours élémentaire de botanique (1876), édition nouvelle par le R. P. PAQUE, E. (1899).

CHALON, J., La vie d'une plante (1871); Botanique (anatomie et physiologie) (1884); Notes de botanique expérimentale (1897 et 1901).

MAC LEOD, J., Éléments de botanique (1890).

ERRERA, L., Sommaire du cours de botanique (1898 et 1904).

CRÉPIN et PONCIN, COGNIAUX, STERCKX, TERFVE, etc., Traités de botanique à l'usage des écoles primaires et de l'enseignement moyen.

VAN HEURCK, H., Le microscope (1865 et 1895); Traité des Diatomées (1899).

Carnoy, J.-B., Manuel de microscopie (1880).

Crépin, F., Guide du botaniste en Belgique (1878).

Linden, J., *Hortus Lindenianus* (1859); Iconographie des Orchidées (1860).

Le Maire, Ch., Les Cactées (1868).

Cogniaux, A., et Marchal, E., Les plantes ornementales à feuillage panaché et coloré (1873-1874).

de Kerchove, O., Les Palmiers (1878) ; Le livre des Orchidées (1894).

Linden, L., Cogniaux, A., et Grignau, G., Les Orchidées exotiques et leur culture en Europe (1894).

Goossens, Dictionnaire iconographique des Orchidées (en cours de publication).

Durand, Th., *Index generum phanerogamarum* (1888).

Conclusions.

Le rapide exposé qui précède permet de constater les progrès réalisés dans l'étude des plantes, en Belgique, depuis 1830. Il convient de considérer séparément la marche de la botanique descriptive, puis celle de l'anatomie et de la physiologie végétales.

I. — La botanique descriptive était déjà fort en honneur en 1830 : Lejeune et Courtois publiaient leur *Compendium Florae belgicae ;* M[lle] Libert s'occupait avec succès des Cryptogames, Ch. Morren décrivait les espèces exotiques introduites dans les cultures.

Pendant les trente années qui suivirent, la connaissance de la flore belge fut perfectionnée par une série de florules rédigées par B.-C. Du Mortier, De Cloet, Tinant, Hécart, Van Haesendonck, Michot, Hannon, Van de Vyvere, V. De Moor, C. Mathieu, A. Bellynck. Tous ces travaux se concentrèrent finalement dans le *Manuel de la flore de Belgique* de F. Crépin. Les cryptogamistes de cette période furent J. Kickx, G. Wes-

tendorp, A. Bellynck, Leburton et A. de Limminghe. Quant à l'étude des espèces exotiques, elle fut continuée par Ch. Morren, M. Scheidweiler, M. Martens, F.-A. Spring, D. Spae, J. Linden et Ed. Morren.

La Société royale de botanique de Belgique, fondée en 1862, en répandant le goût des herborisations, amena un grand nombre d'amateurs à s'occuper de la flore de notre pays ; une centaine de noms d'auteurs ont été cités dans les premières pages de ce travail.

La reprise par l'État du Jardin botanique de Bruxelles, en 1870, marque aussi une date importante : les grands herbiers et la vaste bibliothèque de cet établissement, réorganisé sous la direction de F. Crépin, permirent aux conservateurs d'élaborer des monographies de longue haleine : citons celle des Fougères par J.-C. Bommer, celle des Hédéracées par El. Marchal, celles des Cucurbitacées, des Mélastomacées et des Orchidées par A. Cogniaux, la flore de la Suisse, du Brésil et du Congo par Th. Durand, les Cryptogames par C.-H. Delogne et P. Nypels, les Cryptogames et la flore du Congo par E. De Wildeman.

II. — La marche des études anatomiques et physiologiques a été tout autre. Le mémoire publié en 1832 par B.-C. Du Mortier, sous le titre de *Structure comparée des Animaux et des Végétaux*, diffère totalement, par le fond et par la forme, des travaux d'anatomie tels que nous les comprenons aujourd'hui. Ch. et Ed. Morren, ces savants érudits qui ne se confinèrent jamais dans une spécialité de la science botanique, firent de temps à autre des observations d'anatomie et de physiologie. J.-E. Bommer, J. Chalon et K. Ledeganck cherchèrent à résoudre quelques points de la structure et de la fonction de certains organes des plantes. C'est tout ce qu'il y a à signaler durant les cinquante premières années de notre Indépendance nationale !

Après 1880, les études d'anatomie et de physiologie prirent tout à coup, dans notre pays, un développement extrêmement

rapide. Elles se séparèrent en cinq groupes, ayant chacun un centre principal d'activité.

1. — La cytologie, qui est aujourd'hui la base de l'enseignement supérieur des sciences biologiques, fut surtout cultivée, à l'Université de Louvain, par J.-B. Carnoy et ses disciples : A. Meunier, Ph. Biourge, F.-A. Janssens, V. Grégoire, J. Berghs. Leurs investigations portèrent sur la constitution du noyau et du nucléole, sur la membrane cellulaire, sur les diverses phases de la caryocinèse, sur les chromosomes hétérotypiques, etc.

Il faut aussi rappeler quelques recherches faites à Bruxelles et à Gand par L. Errera, E. De Wildeman, M. Maltaux et Ch. Van Bambeke, sur la caryocinèse et la formation des cloisons cellulaires.

2. — L'anatomie végétale proprement dite trouva, à l'Institut botanique de l'Université de Liége, créé par Ed. Morren, un milieu propice à son développement. L'histologie et l'histogenèse, le parcours des faisceaux et l'insertion des organes, les types structuraux et les diagnoses anatomiques des genres et des espèces firent l'objet des travaux de A. Gravis, H. Michiels, P. Nypels, Ed. Nihoul, L. Remy, C. Lenfant, A. Mansion, R. Sterckx, J. Goffart, H. Lonay et P. Donceel. Ces travaux eurent pour objet l'*Urtica dioïca*, les Palmiers, les Renonculacées, les Commelynées et diverses autres plantes.

J. Massart, de l'Université de Bruxelles, fit de son côté des recherches anatomiques et embryologiques au point de vue de l'adaptation et de l'accommodation individuelle aux milieux ambiants. Bommer, Ch., décrivit la structure de diverses sclérotes et cordons mycéliens.

3. — La physiologie fut le principal objet des travaux exécutés à l'Institut botanique de l'Université de Bruxelles par L. Errera et par ses élèves : Maistriau, G. Clautriau, E. Laurent, A. De Wevre, J. Massart, E. De Wildeman, Em. Marchal, Bordet, F. Van Rysselberghe, Vanderlinden et

Jacquemin. Parmi ces travaux, rappelons la recherche du glycogène chez les Champignons; la localisation et la signification des alcaloïdes dans le Pavot, le Narcisse, les Orchidées, les Renonculacées, les Légumineuses, etc.; les fermentations; l'héliotropisme des Champignons; l'irritabilité des anthérozoïdes et celle des plantes supérieures; la réaction osmotique des cellules; la digestion dans les urnes de Népenthes.

A l'Institut agricole de Gembloux, E. Laurent et Em. Marchal poursuivirent des expériences sur le rôle des bactéries dans la fixation de l'azote, l'assimilation de l'azote ammoniacal et de l'azote nitrique, la synthèse des substances albuminoïdes par les végétaux.

A Gand, E. Verschaffelt et A. Vandevelde s'occupèrent de la transpiration, de la plasmolyse, de la physiologie des galles, des phénomènes chimiques de la germination, etc.

A Louvain, Biourge et O. Semal ont repris l'étude de la fermentation alcoolique et de la fermentation ammoniacale.

A Liége, A. Gravis compléta ses recherches anatomiques par des expériences sur la physiologie des tissus du *Tradescantia*.

La chimie physiologique fut représentée par A. Jorissen, de l'Université de Liége, et par E. Gilson, de l'Université de Gand. Au premier, on doit des travaux sur la germination, sur la diastase et sur la cyanogenèse dans le règne végétal; le second réalisa des progrès dans la connaissance chimique de la membrane cellulaire.

4. — Le centre des études morpho-biologiques est l'Université de Gand. F. Plateau, J. Mac Leod et les élèves de ce dernier, G. Stas, J. Verschaffelt, A. Vandenberghe, G. Van Eckhaute et De Bruyker se sont livrés à une série de travaux sur le rôle des insectes dans la pollinisation des fleurs, sur l'intervention de divers agents dans la dissémination et la germination des graines; sur la variabilité et les phénomènes de corrélation étudiés par la méthode statistique.

A l'Université de Bruxelles, L. Errera et Mlle Wery se sont également occupés du rôle des insectes; J. Massart a fait des

observations et des expériences sur les organes végétatifs considérés dans leur milieu naturel (Éthologie).

5. — La pathologie végétale fut étudiée de divers côtés, mais principalement à l'Institut agricole de Gembloux et au Jardin botanique de l'État, par A. Peterman, E. Laurent, Em. Marchal, A. Poskin et P. Nypels.

D'autres recherches furent faites à Gand par P. de Caluwe, H. Moerman, G. Staes, E. Pynaert, à Liége par A. Gravis et H. Lonay.

Il y a lieu de se féliciter des rapides progrès réalisés dans notre pays depuis vingt-cinq ans à peine, en anatomie et en physiologie végétales. La cause de ces progrès doit être recherchée dans la réforme des méthodes de l'enseignement supérieur et la création des laboratoires accessibles aux élèves. Avant 1880, les leçons de botanique, dans nos universités, étaient purement théoriques. Depuis lors, on vit inaugurer sucessivement des instituts de botanique à Liége, à Bruxelles, à Louvain, à Gand et à Gembloux.

Dans ces instituts, les étudiants de la candidature en sciences naturelles sont exercés au maniement du microscope et à l'observation personnelle. Ceux du doctorat peuvent s'y livrer à des études plus approfondies et à des recherches originales. Toutes ces réformes furent exécutées, en zoologie et en botanique, par quelques professeurs clairvoyants, avec l'aide du Gouvernement. Elles furent sanctionnées par la loi de 1890, qui institua la démonstration microscopique à l'examen de candidature et la dissertation à l'examen de doctorat, en même temps qu'elle scindait l'encyclopédique doctorat en sciences naturelles en quatre doctorats spéciaux.

Puissent nos universités continuer à marcher résolument dans cette voie de prospérité et assurer à notre chère Patrie le service d'hommes instruits, formés à l'école d'une réalité toujours mieux connue. Ainsi nous nous montrerons vraiment les disciples de cet illustre savant, R. Dodonée, dont je rappelais en commençant la fière et féconde initiative.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

$\mathbf{A}^8$ Académie royale des sciences de Belgique. Bulletins et Mémoires in-8°.

$\mathbf{A}^4$ Idem, Mémoires in-4°.

B Annales de la Société scientifique de Bruxelles.

C Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique.

D Bulletin de la Société belge de microscopie.

E Bulletin de la Société centrale forestière de Belgique.

F Bulletin de la Société linnéenne de Bruxelles.

G Bulletin de la Société d'études coloniales, Bruxelles.

H Bulletin du Cercle des naturalistes hutois.

I Mémoires de la Société royale des sciences de Liége.

J Mémoires de la Société des sciences, des lettres et des arts du Hainaut.

K La Cellule, Louvain.

L *Botanisch Jaarboek* « *Dodonæa* ». Gand.

M *Tijdschrift over Plantenziekten*, Gand.

N Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége.

O Journal de Pharmacie, Liége.

P Recueil de l'Institut botanique de l'Université de Bruxelles.

Q Revue de l'Université de Bruxelles.

R Annales de l'Université libre de Bruxelles.

S Bulletin de la Station agronomique de l'État à Gembloux.

T Bulletin de l'Institut chimique et bactériologique de Gembloux.

U Bulletin du Jardin botanique de l'État à Bruxelles.

$\mathbf{V}^1$ Bulletin de l'Agriculture, Bruxelles.

$\mathbf{V}^2$ Bibliothèque nationale d'agriculture de Belgique.

$\mathbf{W}^1$ La Revue de l'horticulture belge et étrangère, Gand.

$\mathbf{W}^2$ Bulletin de la Fédération des sociétés horticoles de Belgique.

X *Lindenia*, Bruxelles.

Y La Belgique horticole, Liége.

$\mathbf{Z}^1$ La Belgique coloniale, Bruxelles.

Z2 Annales de la Société royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles.

Z3 Annales de la Société entomologique de Belgique.

Z4 Mémoires de la Société belge de géologie.

Z5 Annales du Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles.

Z6 Annales du Musée de l'État indépendant du Congo.

a *Beihefte zum Botanischen Centralblatt*, Iéna.

b *Pflanzenfamilien v. Engler u. Prantl.*

c *Flora brasiliensis.*

d Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences, Paris.

e Annales des Sciences naturelles, Botanique, Paris.

f Bulletin de la Société botanique de France, Paris.

g Revue scientifique, Paris.

h Annales de l'Institut Pasteur, Paris.

i Revue bryologique, Cahan.

j Revue mycologique, Toulouse.

k Miscellanées biologiques dédiées au Profr A. Giard, Paris, 1899.

l *Annals of Botany*, Londres.

m *La Notarisia et La Nuova Notarisia*, Padoue.

n Suites au *Prodromus systematis naturalis* de A. et C. De Candolle.

o Bulletin de l'Herbier Boissier, Chambesy.

p Annales du Jardin botanique de Buitenzorg.

q *Botanische Zeitung.*
